# UNTERSUCHUNGEN

AUS DEM INSTITUTE

FÜR

# PHYSIOLOGIE UND HISTOLOGIE

IN GRAZ.

HERAUSGEGEBEN

VON

ALEXANDER ROLLETT.

---

MIT VIER TAFELN.

---

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1870.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

# INHALT.

# I.

## Ueber Zersetzungsbilder der rothen Blutkörperchen.

Von

**Alexander Rollett.**

Mit Taf. A. Fig. 1—2.

I.

1.

Nach Brücke sind zwei wesentliche, in den Bau des rothen Blutkörperchens von Amphibien (Tritonen) eingehende Bestandtheile, das Oikoid und das Zooid (Brücke, Ueber den Bau der rothen Blutkörperchen. Wiener academ. Berichte, Bd. 56, p. 79). Das Oikoid soll ein poröses Gebilde aus an sich bewegungsloser, sehr weicher, farbloser, glasheller Substanz sein, welches von dem Zooid, einem lebenden Wesen, bewohnt wird. Der centrale Theil dieses lebenden Wesens ist frei von Haemoglobin und stellt das dar, was man bis dahin den Kern des Blutkörperchens nannte, der übrige Theil des Zooid enthält die ganze Masse des Haemoglobin und liegt so in den Hohlräumen des Oikoid, dass er dieselben vollständig ausfüllt. Die Bilder, welche Brücke dazu bestimmten, diese Ansichten auszusprechen, wurden von ihm nach der Wirkung verdünnter Borsäure erhalten, und wir werden später Gelegenheit haben, dieselben eingehender zu würdigen.

Mit Brücke unterscheidet auch Stricker [1]) das Oikoid. Von dem Zooid aber sondert er den Kern als ein mehr selbständiges Gebilde ab, und nennt den übrigen Theil des Brücke'schen Zooid den Leib des Blutkörperchens. Stricker holte die Beweise für seine Anschauung von Bildern her, welche er auf Zusatz von Wasser und $CO_2$ und darauf folgenden Wechsel des letzteren Gases mit atmosphärischer Luft erhalten zu haben angiebt. Bilder, die, wie er selbst sagt, mit gewissen Borsäurebildern Brücke's übereinstimmen.

In beiden Fällen hätten wir es also mit Bildern zu thun, die unter der Mitwirkung von Säuren zu Stande kommen.

Unter diesen Bildern befinden sich nach den Beschreibungen, welche

1) Pflüger's Archiv. Jahrg. 1868. p. 590.

BRÜCKE und STRICKER von denselben geben, solche, die eine grosse Aehnlichkeit mit den infolge von Salz- und Zuckerzusätzen auftretenden Bildern haben müssen, mit welchen sich HENSEN (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. IX, p. 261) einst ausführlicher beschäftigte, und welche vor HENSEN schon HÜHNEFELDT ebenfalls auf Salzsusätze und nach HENSEN auch KNEUTTINGER[1]) in Folge bestimmter Wasserzusätze zum Blute beobachteten.

In diesen Salz-, Zucker- und Wasserlösungen erscheint bekanntlich die Farbe des Blutkörperchens ganz oder theilweise von der Umfassungslinie desselben gegen die mittleren Partieen zurückgetreten. Es sieht aus, als ob sich ein gefärbter Antheil des Blutkörperchens um den Kern zusammengeballt hätte, entweder rundum oder aber nur sectorenweise, so dass im ersteren Falle eine ovale, im letzteren Falle eine sternförmige grüne Figur in das von der elliptischen Umfassungslinie des Blutkörperchens begrenzte farblose Feld eingetragen erscheint (vergl. die Abbildungen von HENSEN l. c.).

Sowohl BRÜCKE als auch STRICKER berühren mit keinem Worte die Frage, ob zwischen den von ihnen beschriebenen Säurebildern und jenen früher beobachteten Salz-, Zucker- und Wasserbildern eine histologische Uebereinstimmung herrsche oder nicht; STRICKER, obschon er die besprochenen, wie wir sehen werden ganz differenten Wasser- und Säurebilder bei seiner Art zu untersuchen unmittelbar hintereinander gesehen hat. Die weit gehenden Folgerungen BRÜCKE's und STRICKER's über den Bau der rothen Blutkörperchen in dieser Hinsicht einer Revision zu unterziehen, wurde mir bei meinen vielfältigen Beschäftigungen mit jenen Gebilden sehr nahe gelegt.

Bilder, wie sie BRÜCKE und STRICKER durch Bor- und Kohlensäure von den Blutkörperchen erhielten, lassen sich auch durch andere Säuren und ebenso durch Chlor, Jod und Brom erhalten, und erst von diesem allgemeineren Standpunkte der Untersuchung aus lassen sich dieselben besser verstehen. In allen diesen Fällen ist ferner für das Verständniss gewisser Säurebilder von grösstem Vortheile, auch die histologischen Beziehungen derselben zu den angeführten Salz- und Wasserbildern zu untersuchen, was, wie wir sehen werden, in der directesten Weise geschehen kann.

## 2.

Erfahrungen, welche ich längst über das Verhalten der Amphibienblutkörperchen am positiven Pol einer constanten Kette gemacht hatte, bestimmten mich, in Bezug auf das obige Thema zu solchen Versuchen zurückzugreifen. Man kann auf electrolytischem Wege sehr leicht die Säuren auf die Blutkörperchen wirken lassen, so dass alle der allmäligen Säuerung entsprechenden Veränderungen möglichst genau verfolgt werden können, wie das beim Zusatz von

---

1) Zur Histologie des Blutes. Würzburg 1865. p. 21.

Flüssigkeiten zum Blut wegen der niemals zu vermeidenden Strömchen und des Wegschwemmens der Objecte nur sehr schwer geschehen kann.

Will man aber eine Untersuchung nach sochem Plane durchführen, so muss man wegen der grossen Zahl der nothwendigen Versuche und der gebotenen öfteren Wiederholung der einzelnen Versuche darauf bedacht sein, sich fortwährend einen constanten Strom zur Verfügung zu halten.

Obwohl nun das auf die verschiedenste Weise dem Zwecke entsprechend geschehen kann, so will ich hier doch nicht unterlassen, auf einige Einrichtungen hinzuweisen, die mir sehr gute Dienste geleistet haben.

Die Versuche, über welche ich später berichten werde, mussten unter mannichfachen, durch die Einzelnversuche selbst und durch anderweitige Abziehungen veranlassten Unterbrechungen durch viele Monate lang fortgesetzt werden, der einzelne Versuch aber nimmt stets nur eine ganz kurze Zeit in Anspruch. Unter solchen Umständen lässt sich nur mit Elementen erfolgreich arbeiten, welche während langer Zeit constante Ströme geben.

Ich wählte dazu Meidinger's Einrichtung (Wiedemann, Die Lehre vom Galvanismus und Electromagnetismus, Bd. I, p. 262), stelle mir aber die Elemente in beliebiger Anzahl aus sehr einfachen Mitteln im Laboratorium selbst zusammen.

Auf dem Boden eines grösseren Glasgefässes (eines gewöhnlichen Filtrirglases) wird ein kleineres Glasgefäss gestellt dann das letztere mit einem Uhrglase bedeckt, und der Raum zwischen beiden Gläsern bis zum Rand des inneren Glases mit grobzerstossenem Glase ausgefüllt. Dann ist das innere Glas in seiner Lage befestigt und das Uhrglas wird wieder entfernt. Das innere Glas dient zur Aufnahme des Kupferbleches; der aus dickem Blech gebogene oder aber gegossene Zinkcylinder ruht im äusseren Glase auf den Glasscherben auf. Das ganze Element ist mit einem Holzdeckel verschlossen, durch ein Loch in dem letzteren ist eine langhalsige, mit Kupfervitriolkrystallen gefüllte Flasche gesteckt und durch zwei kleinere Löcher laufen die Poldrähte. Nachdem das Element mit schwefelsaurer Magnesia gefüllt ist, wird der Deckel aufgesetzt, die Mündung der Flasche reicht dann unter den Rand des inneren Glases. Um die Verdunstung zu verhindern, wird den Deckel übergreifend auf den letzteren Glaserkitt aufgetragen. Also zusammengestellte Elemente, deren eines in Fig. 1/I im Durchschnitte gezeichnet ist, und zwar in $1/_6$ der natürlichen Grösse, bewährten sich auf das beste und können leicht bei passender Auswahl von Gläsern und Flaschen zu einer beliebig grossen Batterie verbunden werden. Für die später mitzutheilenden Versuche an den Blutkörperchen habe ich 1 bis höchstens 4 der beschriebenen Elemente verwendet. Bei der letzteren Anzahl treten die Erscheinungen an den Electroden schon sehr rasch ein, lassen sich aber trotz der schon reichlicheren Gasentwickelung noch gut beobachten. Werden weniger Elemente in Anwendung gezogen, dann treten die Erscheinungen in langsamerer Folge auf. Ich finde mit Neumann (Reichert und du Bois's Archiv 1865 p. 677), dass die Stärke des Stromes nicht sowohl auf die zu beobachtenden

Veränderungen der Blutkörperchen, sondern vielmehr nur auf den mit wachsender Stromstärke beschleunigten zeitlichen Verlauf derselben von Einfluss ist.

Immerhin ist es gut, während der Versuche rasch und nach Belieben die Zahl der Elemente innerhalb der gegebenen Grenzen variiren zu können. Dazu ist es nöthig, sich eines Batterieumschalters zu bedienen, bei dessen Gebrauch ein Wechsel der Poldrähte völlig vermieden wird. Ich habe mir einen solchen nach einem neuen Plane construirt, da derselbe aber noch weiteren Zwecken dient, als zu welchen er bei diesen Versuchen benutzt werden kann, will ich ihn an einem andern Orte beschreiben. Das Blut, welches der Wirkung des constanten Stromes ausgesetzt werden sollte, wurde auf einen mit dünnstem Platinblech überzogenen Objectträger gebracht. Zwischen den Platinelectroden war ein gleichbreiter Raum von 6 Mm. Breite frei. Stanniolelectroden sind, weil sie von den Säuren angegriffen werden, gänzlich zu verwerfen.

3.

In dem nachfolgenden Abschnitte wird zunächst ein Vergleich zwischen den Veränderungen, welche die Blutkörperchen des unverdünnten Blutes am positiven Pol der Kette erleiden, und jenen Veränderungen angestellt werden, welche die Blutkörperchen in mit Wasser versetztem Blute daselbst erleiden.

Ich muss zu dem Ende den ersteren Fall etwas ausführlicher behandeln, als dies Neumann (l. c. p. 678) für das Froschblut gethan hat.

Dass ich absichtlich die Veränderungen am Säurepol allein aus der Reihe der bei den electrolytischen Versuchen zu beobachtenden Erscheinungen heraushebe und die Veränderungen, welche die Blutkörperchen am Alkalipole oder in grösserer Entfernung vom Säurepole zwischen diesem und dem Alkalipole in Folge der durch die Zerlegung der Salze gesetzten Verdünnung und nachträglichen Diffusion der Ionen erleiden, hier nicht berühren will, bitte ich den Leser wohl zu berücksichtigen. Es lässt sich auch an diesen Orten viel des Interessanten beobachten und ist daselbst auch schon beobachtet worden (Neumann l. c. p. 679), allein mir kommt es eben hier nicht darauf an, die chemischen Wirkungen des galvanischen Stromes auf das Blut überhaupt zu studiren, sondern nur darauf, mich der Electrolyse als eines Mittels zum Studium der Säurewirkung auf die Blutkörperchen zu bedienen.

Ich stelle das Object bei starken Vergrösserungen immer so ein, dass der Rand der positiven Platinelectrode nahezu die Tangente der Peripherie des Sehfeldes bildet.

Die aus dem eben angeführten Grunde folgende Beschränkung, welche ich der Darstellung meiner electrolytischen Versuche auferlege, ist nicht die einzige. Sowohl zu diesen als zu den später folgenden, nach anderen Methoden angestellten Versuchen möchte ich noch das Folgende bemerken.

Man weiss, dass die rothen Blutkörperchen Gebilde sind, welche trotz der Beständigkeit und Gleichmässigkeit ihres Aussehens unter dauernd gegebenen be-

stimmten Bedingungen, z. B. während ihres Aufenthaltes innerhalb der Gefässe, doch andererseits als sehr labile Formen angesehen werden müssen. Nicht nur gegen qualitativ verschiedene Einwirkungen zeigen sie die mannigfaltigste Abänderbarkeit ihres mikroskopischen Bildes, sondern auch gegen nur graduelle Verschiedenheiten qualitativ gleicher Einflüsse.

Bei chemischen Reactionen, welche man an den Blutkörperchen vornimmt, muss die letztere Thatsache immer im Auge behalten werden. Auch bei dem vorsichtigsten Verfahren der Zumischung des Reagens wird die Behauptung, man hätte dasselbe Reagens ganz unter denselben Bedingungen mit jedem einzelnen Blutkörperchen in Berührung gebracht, nicht streng zu beweisen sein.

Gewöhnlich erhält man bei solchen Versuchen nur an einem Theile der Blutkörperchen genau übereinstimmende Resultate. In diesem Falle wird es richtig sein anzunehmen, dass das Reagens mit allen jenen Blutkörperchen ganz unter denselben Bedingungen zusammentraf, welche nach seiner Wirkung dieselben Veränderungen zeigen. Für die abweichenden Veränderungen wird es aber in vielen Fällen schwer sein zu entscheiden, ob das Reagens schon verändert war, als es auf das betreffende Blutkörperchen wirkte, oder ob die abweichende Veränderung durch eine präexistirende Verschiedenheit der chemischen Composition des Blutkörperchens selbst bedingt war.

Würde man sich vornehmen alle Bilder, auf welche man bei einer grösseren Reihe mikrochemischer Versuche an den Blutkörperchen stossen kann, bis ins kleinste Detail zu beschreiben, so würde man eine kaum zu bewältigende Aufgabe vor sich haben; anders ist es, wenn man sich nur an bestimmte, unter gegebenen Bedingungen immer wiederkehrende Zersetzungsbilder hält. Ich will also in der nachfolgenden Darstellung nicht erschöpfend sein, sondern mich nur an gewisse leitende Bilder halten und jene Schlüsse ziehen, zu welchen diese uns berechtigen. Ich habe das hervorgehoben, um dem oft so leicht erhobenen Vorwurf zu begegnen, dass diese oder jene auffallende Erscheinung nicht beachtet worden wäre.

Uebrigens wird der weitere Verlauf dieser Darlegung von selbst die Gesichtspunkte genauer bezeichnen, welche bei der Beurtheilung des hier Vorgebrachten festgehalten werden müssen.

4.

Als Objecte für die nun mitzutheilenden Versuche dienten die Blutkörperchen von Tritonen (Triton taeniatus und cristatus) und von Fröschen (Rana esculenta).

Man gehe von Versuchen aus, welche an Blutproben angestellt werden, die mit einem Mehrfachen ihres Serum versetzt wurden.

Das Fibrin wird ausgeschlagen oder aber man warte bei niederen Temperaturen die Zeit ab, bis in der von v. Recklinghausen beobachteten Weise in dem auf einem Uhrschälchen gesammelten Blute das Anfangs entstandene Coagulum sich wieder gelöst hat. Dieser Process geht im Tritonenblute ganz ähnlich vor sich wie im Froschblute, und in beiden verhalten sich dann die Blutkörper-

chen, sowie in dem entsprechenden frisch defibrinirten Blute. Die Blutkörperchen beider Thierarten zeigen schon in Bezug auf die mit der Abscheidung des Fibrins oder der Wiederverflüssigung des gebildeten Kuchens einhergehenden Erscheinungen einige Abweichungen.

Die Blutkörperchen der Frösche bleiben glatt und behalten ihre Scheibenform bei, die der Tritonen werden leicht höckerig und faltig, und so weichen auch die anzuführenden Zersetzungsbilder etwas von einander ab.

Die erste und sehr constant und allgemein auftretende Veränderung, welche die Blutkörperchen an der positiven Electrode zeigen, ist, dass der Kern derselben sehr deutlich hervortritt. Seine Contouren werden schärfer und statt des bekannten matten weissen elliptischen Feldes, welches dem Kern der unveränderten Blutkörperchen entspricht, erscheint eine glänzende Kernmasse in einer dem Farbenton der Blutkörperchensubstanz angenäherten Färbung. Diese veränderten Kerne sind glatt oder, was häufiger der Fall ist, mit einer in Form von dunkleren Pünktchen oder kurzen unregelmässigen Strichelchen in den glänzenden Grund eingetragenen Zeichnung versehen. Die Form der Kerne wird während dieses schärferen Hervortretens derselben im Vergleich zu den unter einander mehr übereinstimmenden Formen des im frischen Blutkörperchen vorhandenen Kernes eine mannigfaltigere.

Denn man sieht die veränderten Kerne entweder in den Dimensionen des früheren Kernfleckes, oder sie erscheinen im Vergleiche damit im langen Durchmesser verkürzt, andere Kerne wieder erscheinen allseitig oder aber namentlich in der Richtung senkrecht auf den langen Durchmesser geschrumpft. Die Kerne sind ferner mannigfach variirend entweder von glatten oder zackigen Rändern begrenzt.

Die Blutkörperchen bleiben, während der Kern die beschriebenen Veränderungen erleidet, in ihrer Form annähernd erhalten, so namentlich beim Frosch, oder die Blutkörperchen runden sich ab und zwar nach allen Durchmessern hin, was wieder beim Triton häufiger der Fall ist.

Dabei bleibt die Substanz in ihrem Inneren glatt oder aber es tritt vorübergehend eine Fleckung oder Streifung in derselben auf, indem eine kurze Zeit hindurch gesättigter gefärbte Partieen mit weniger gesättigt gefärbten abwechseln, bis diese Differenzen sich wieder abgleichen.

Dann erscheinen in der wieder völlig glatten, aber nicht mehr so satt gefärbten Substanz die glänzenden grünen Kerne.

Während nun die Körperchensubstanz mehr oder weniger von der ursprünglichen Sättigung ihrer Farbe eingebüsst hat, erfolgt bei den Froschblutkörperchen, die wie gesagt bis dahin in der Regel ihre elliptische Form beibehalten, eine plötzliche, ziemlich ebenmässige Erweiterung sämmtlicher Durchmesser der elliptischen Scheibe, und mit dieser Erweiterung fällt, ob sich nun die Farbe des Körperchens vorher schon mehr oder weniger verdünnt haben mochte oder nicht, immer eine völlige Entfärbung der Substanz des Körperchens zusammen, nur der schon vorher tingirte Kern bleibt gefärbt.

In dem erweiterten und entfärbten Blutkörperchen ist ferner immer ein körniger Niederschlag vorhanden. Der Zeitpunkt des ersten Anfanges dieses Niederschlages ist bei der Raschheit, mit welcher hier eine Reihe von Veränderungen das Blutkörperchen treffen, nur schwer sicher zu ermitteln. Es scheint aber, dass der Niederschlag nicht immer genau in dasselbe Stadium der anderweitigen Veränderungen fällt. Es erscheint bisweilen im noch gefärbten Körperchen unmittelbar vor der wie mit einem Ruck auftretenden merkwürdigen Erweiterung eine leichte Trübung, die dann sich vermehrend in den Niederschlag übergeht. In anderen Fällen ist der letztere ebenso plötzlich entstanden, wie die Erweiterung selbst.

Die Erweiterung des Körperchens, den Niederschlag und die Tinction des Kernes hat in ähnlicher Weise, wie wir sie hier an der positiven Electrode beobachteten, Kneuttinger (l. c. p. 28) zuerst auf Zusatz von Essigsäure zum Froschblute beobachtet.

Diese Erweiterung ist in Bezug auf die Vertheilung der in der Säure quellenden Molekule im Froschblutkörperchen von Interesse. Man erinnere sich, dass Schwann [1]) für die Wasserwirkung eine Erscheinung forderte, wie wir sie hier auf Säuren wirklich beobachten, wenn er die Blutkörperchen für solide Gebilde und nicht für Bläschen erklären sollte. Dass die Blutkörperchen im Wasser sich nicht ebenmässig erweitern, sondern rund werden, stimmte ihn für die letztere Ansicht. Man wird aber zugeben, dass der Erfolg der Säurewirkung hier für die erstere Annahme beweisender ist, als der gegentheilige Erfolg der Wasserwirkung für die letztere. An den Blutkörperchen der Tritonen ist die Erweiterung ebenfalls zu beobachten, allein sie trifft hier Körperchen, welche meist schon früher ihre elliptische Form verloren haben, so dass die Ebenmässigkeit der Erweitung in Bezug auf die ursprüngliche Gestalt des Körperchens, welche der Erscheinung im Froschblut etwas Fesselndes verleiht, hier verloren gegangen ist. Der Niederschlag im erweiterten Körperchen ist im Tritonenblut immer spärlich und oft nur durch einzelne Körnchen angedeutet.

Nach der erfolgten Erweiterung fallen die Körperchen zusammen.

Es geschieht dies in unmittelbarer Folge der Erweiterung und ebenso plötzlich, jedoch nur in einzelnen Fällen; häufiger verharren die Körperchen kürzere oder längere Zeit im erweiterten Zustande und fallen erst dann bald sehr rasch, bald weniger rasch zusammen.

Endlich zeigen alle Körperchen einen kleineren Umfang, ihre Begrenzung erscheint unregelmässig und ihre Oberfläche runzelig. Der Kern ist in den zusammengefallenen Formen immer geschrumpft und gelblich braun tingirt und ebenso erhält der Rand des verfallenen Körperchens eine gelbbraune Besäumung, während die Substanz in ihrem Innern ungefärbt erscheint.

---

1) Ueber die Uebereinstimmung in Structur und Wachsthum der thier. und pflanzl. Organismen. Berlin 1839. p. 74.

5.

In den Versuchen von STRICKER (l. c.) über den Einfluss der Kohlensäure auf die Blutkörperchen ist eine sehr wesentliche Verschiedenheit in dem Verhalten der Blutkörperchen des frischen Blutes und der Blutkörperchen des gewässerten Blutes zu jenem Reagens hervorgetreten.

An der positiven Electrode ändern sich die Blutkörperchen des gewässerten Blutes ebenfalls in einer ganz anderen Weise, als die des ungewässerten Blutes.

Wenn man frisches Tritonenblut, ehe es noch geronnen ist, rasch mit dem dreifachen Volumen Wasser mischt und die Mischung mit einem Platindraht langsam umrührt, um die Bildung einer zusammenhängenden Gallerte zu verhindern, so findet man die Blutkörperchen in Folge der Wasserwirkung nicht alle auf dieselbe Weise verändert, sondern in jedem Tropfen des verdünnten Blutes finden sich noch stark gefärbte Blutkörperchen von eiförmiger oder kugeliger Gestalt, ferner aber auch verblasste oder ganz entfärbte solche Formen. In den letzteren ist der Kern öfter durch einen schwachen Contour als glatter runder Körper angedeutet, in den anderen dagegen ist er nicht sichtbar. Die Körperchen des Froschblutes erleiden bei demselben Versuche ähnliche Veränderungen. Hier treten aber sehr häufig noch andere Bilder hinzu, welche im Tritonenblut seltener zu finden sind; jene Bilder, welche in Folge von Wasserwirkung zuerst KNEUTTINGER (l. c. p. 21) an den Froschblutkörperchen beobachtete, wie schon früher erwähnt worden ist. An jenem Orte wurden diese HÜHNEFELDT–HENSEN'SCHEN Bilder, wie ich sie für den Zweck der Darstellung bezeichnen will, auch schon näher gekennzeichnet.

Verfolgen wir nun die Veränderungen der Blutkörperchen solchen gewässerten Blutes an der positiven Electrode. Wir bemerken, dass auch hier eine der auffallendsten Wirkungen der Säuerung darin besteht, dass die Kerne hervortreten.

Dieselben erscheinen aber in zweierlei Weise, entweder als glatt contourirte ovale Körper, die kleiner sind, als die Kernflecke des frischen Blutkörperchens, oder aber sie erscheinen, wie das in der Mehrzahl der Blutkörperchen der Fall ist, um ein Beträchtliches vergrössert, von einer feinen scharfen Linie umfasst, und nehmen sich wie ein glattes Bläschen aus.

Die Kerne der ersteren Art nehmen bald einen erhöhten Glanz an und erscheinen deutlich tingirt, während die Substanz des Körperchens an Sättigung der Farbe verliert oder ganz farblos wird. Die vergrösserten Kerne dagegen erhalten nur beim Frosch eine stärkere grünliche Färbung, während beim Triton in dem gleichmässig gefärbten Körperchen sich nur die Grenzlinie des Kernes fein abzeichnet. In den Körperchen, welche im Anfang der Säurewirkung solche vergrösserte Kerne erkennen lassen, tritt dann bald eine weitere sehr merkwürdige Veränderung auf. Es entsteht ganz plötzlich und rasch vorübergehend und nur bei sehr aufmerksamer Beobachtung wahrnehmbar eine

Trübung in der ganzen Masse des Körperchens, oder aber nur in den an den Kern grenzenden Partieen der Körperchensubstanz.

Man thut gut, sich gleich von dem Vorkommen des zuerst erwähnten Falles zu überzeugen, wenn das auch im gegebenen Falle schwerer sein sollte, als den häufiger sich darbietenden zweiten Fall zu constatiren.

Hat man aber den Moment der plötzlich auftretenden Trübung im ersteren Falle genau erfasst, so sieht man auch, dass die jener Trübung entsprechende Ausscheidung, kaum dass sie entstanden ist, auch schon rasch um den Kern sich zusammenzieht.

Während sich das Körperchen dabei noch mehr abrundet, wird der Kern in dem auf ihn niedergeschlagenen Coagulum unsichtbar.

Wegen seines mikroskopischen Ansehens soll dieses Coagulum als balkige Gerinnung bezeichnet werden.

Bei der Zurückziehung der Ausscheidung auf den Kern geschieht es, dass dieselbe nicht gleichmässig erfolgt. In diesem Falle bleiben aber zahlreiche, bis an die Umfassungslinie des Körperchens reichende Strahlen vorhanden, und im Blutkörperchen ist dann wieder eine Sternfigur vorhanden, die aber von der in den Hünefeldt-Hensen'schen Bildern zu beobachtenden sehr wesentlich verschieden ist.

Unser Säurebild ist aber, wie wir sehen werden, gleichbedeutend mit gewissen Bildern, welche man am Tritonenblut auch auf die Wirkung von Wasser und Kohlensäure und auf die Wirkung von Borsäurelösung erhalten kann, auf welche Einflüsse es von Stricker und Brücke beobachtet worden ist.

Die balkige Gerinnung mit ihren bis an die Umfassungslinien reichenden Strahlen ist in ihrem mittleren massigeren Theile aus unregelmässigen stark lichtbrechenden kürzeren oder längeren und mit einander anastomosirenden Balken zusammengesetzt und ist gleich vom Anfange an tingirt, ohne dass aber, und das muss besonders betont werden, die Substanz des Körperchens zwischen der Umfassungslinie und den Grenzen der Gerinnung, die nach der Ausscheidung der letzteren glatt erscheint, völlig entfärbt wäre. Die Färbung derselben ist nur weniger gesättigt. Eine völlige Entfärbung erfolgt erst nachträglich und allmählig. Dann bemerkt man auch öfter ein Zusammenfallen und Schmelzen der die Gerinnung in sich tragenden hellen Substanz, während das Gerinnsel unverändert vorhanden bleibt. Besonders schön sind die erwähnten Bilder auch in unseren Versuchen, am Tritonenblute zu sehen, sie kommen aber auch, obwohl lange nicht so schön, im Froschblute vor. Die Strahlen der Sternfigur sind hier meist kürzer, reichen nicht bis an die Umfassungslinie und sind auch weniger zahlreich.

Nachdem wir nun das Zustandekommen des erwähnten charakteristischen Bildes verfolgt haben, wollen wir uns an den zweiten der eben angeführten Fälle machen, wo die balkige Gerinnung sich nur aus den an den Kern grenzenden Partieen der Körperchensubstanz ausscheidet.

Nachdem der feine glatte Contour des vergrösserten Kernes in diesem Falle

einmal durch die Säurewirkung wie in den übrigen Blutkörperchen sichtbar geworden ist, sieht man wieder plötzlich über dem Kern eine feine Trübung sich entwickeln, die an der Peripherie immer weiter nach aussen greift, als der frühere Kerncontour, so dass man eben daher den Eindruck eines über der Oberfläche des Kernes sich vollziehenden Vorganges gewinnt; aber eben so plötzlich, als die feine Trübung auftritt, geht sie auch in eine ganz ähnliche balkige Formation über, wie wir sie früher kennen gelernt haben. Man bemerkt aber jetzt nicht, dass von derselben Fortsätze in Form von Strahlen gegen die Peripherie hinliefen, sondern in der Mitte des im übrigen glatten und noch gefärbten Körperchens liegt nunmehr ein runder, an seiner Oberfläche höckeriger Klumpen, der sicher auch den wie immer veränderten Kern des Blutkörperchens in sich einschliesst. Was mit dem letzteren eigentlich geschehen ist, das kann man wegen der Undurchsichtigkeit der an seiner Oberfläche entstandenen Gerinnung nicht mehr ermitteln.

Die in der zuletzt angeführten Weise veränderten Körperchen gleichen völlig jenen, bei welchen sich die anfänglich aufgetretene Trübung zwar über das ganze Körperchen verbreitet hatte, dann aber ohne peripherische Strahlen zu hinterlassen sich ganz auf den Kern contrahirte.

Eine besondere Erwähnung verdienen jene Blutkörperchen des gewässerten Blutes, welche in Form der erwähnten Hühnefeldt-Hensen-schen Bilder erscheinen. Betrachten wir zuerst solche, in deren Mitte eine durchweg glatte, schön ausgebildete grüne Sternfigur vorhanden ist.

Immer treten in solchen Körperchen in Folge der Säurewirkung zu Anfang Kerne von der vergrösserten glatten Form, wie wir sie früher bezeichneten, hervor; während aber diese Kerne erscheinen, verbreitet sich die Farbe wieder gleichmässig im Körperchen, und erst jetzt scheidet sich und zwar wieder unter denselben Erscheinungen, wie wir sie früher an den grosskernigen Blutkörperchen überhaupt beobachtet haben, die balkige Gerinnung ab, die auch hier wieder in Sternform oder aber als höckeriger Klumpen auf den Kern retrahirt erscheint. In ähnlicher Weise wie die exquisiten Sternbilder unter den Hühnefeldt-Hensen'schen Formen werden auch die übrigen Bilder der letzteren anfangs wieder diffus gefärbt, um später die gleichen Veränderungen zu erleiden, wie die ersteren.

Wir haben nun noch des Verhaltens jener Blutkörperchen bei der Säuerung zu gedenken, welche in Folge der Wasserwirkung schon völlig entfärbt wurden.

Auch diese verhalten sich nicht völlig gleich unter einander. Es giebt solche unter ihnen, welche das Licht stärker brechen und einen ähnlich grossen und glatten Kern im Anfange der Säurewirkung erkennen lassen, wie die früher beschriebenen, noch Farbstoff enthaltenden Formen.

Aus diesen scheidet sich unter ähnlichen Erscheinungen wie früher im Verlauf der Säurewirkung die balkige Gerinnung ab, und kommen auch hier wieder am schönsten und häufigsten beim Triton die schönen Sternbilder zu Stande. Die Gerinnung erscheint aber dann nicht tingirt.

Ein anderer Theil der durch den Wasserzusatz entfärbten Blutkörperchen zeigt dagegen einen kleinen matten und stellenweise wie eingefallen aussehenden Kern, der, sowie er anfänglich sichtbar wurde, erhalten bleibt, während aus der blassen Substanz des Körperchens sich ein aus zerstreuten und ziemlich gleichmässig vertheilten Körnchen bestehender Niederschlag ausscheidet, ohne dass es zur Sammlung einer zusammenhängenden Gerinnung um den Kern käme. Zwischen den zuletzt angeführten Bildern der entfärbten Blutkörperchen giebt es Uebergänge, die aber jeder, der sich dafür interessirt, besser selbst beobachten möge, als dass ich den Leser hier durch die Beschreibung ihrer ungefügigen Mannigfaltigkeit ermüde.

Nur sei bemerkt, dass man häufig den Eindruck hat, als ob der zerstreute körnige Niederschlag im Körperchen in dem Maasse zugenommen hätte, als die Masse des um den Kern sich sammelnden Coagulum abgenommen hat.

6.

Aus dem bisher Mitgetheilten ist ersichtlich, dass die sauren Producte der Electrolyse, welche aus dem Blute abgeschieden werden, auf die Blutkörperchen des gewässerten Blutes eine ganz andere Wirkung ausüben, als auf die in nicht gewässertem Blute enthaltenen Körperchen und dass die Veränderungen, welche die ersteren erleiden, wesentliche Uebereinstimmungen darbieten mit den Veränderungen, welche die $CO_2$ an durch Wasser veränderten Blutkörperchen hervorbringt.

Im Blute sind offenbar sehr verschiedene Electrolyte vorhanden, so dass an der positiven Electrode ein Gemenge von electronegativen Producten auftritt, und man von vornherein nicht wissen kann, welches derselben in Bezug auf seine Wirkung mit der $CO_2$ verglichen werden muss. Darum dachte ich daran, an den Blutkörperchen den früheren ähnliche Versuche anzustellen, bei welchen aber nur ein ganz bestimmtes Product der Electrolyse zur Wirkung gelangen sollte. Zu dem Ende sollte das Serum des Blutes durch eine Salzlösung ersetzt werden und sollten mit den in der letzteren suspendirten Blutkörperchen die Versuche angestellt werden.

Ich bediente mich zuerst des G l a u b e r s a l z e s, und zwar mischte ich zu einer Lösung, welche auf 100C.-Cent. 1 Grm. dieses Salzes im wasserfreien Zustande enthielt undvon welcher ich immer je 10 C.-Cent. abmaass, je 4—5 Tropfen Blut, welches frisch aus den durchschnittenen Halsgefässen eines geköpften Triton, oder aus der hinter dem Trommelfell angeschnittenen Art. cutan. magna eines Frosches ausfloss.

Während das Blut in die Lösung tropfte, wurde es sogleich durch Schütteln mit der Salzlösung innig gemischt; sobald sich die Blutkörperchen abgesetzt hatten, wurde die klare Flüssigkeit abgegossen und dafür neuerdings eine abgemessene Menge Salzlösung aufgegossen und so mehrere Male hinter einander. Zuletzt wurden einige Proben der die Blutkörperchen enthaltenden Salzlösung unter fortwährendem Schütteln der zu mischenden Flüssigkeiten in so

viel Wasser gegossen, dass der Salzgehalt derselben einer Concentration bis zu ungefähr $^1/_3$ Grm. in 100 C.-Cent. herab entsprach. In einer anderen Reihe von Versuchen unterliess ich das Auswaschen des Plasma und stellte direct Mischungen des wie oben gesammelten Blutes mit einer überwiegenden Menge von Lösungen von 1 Grm., $^1/_2$ Grm., $^1/_3$ Grm. wasserfreien Salzes in 100 C.-Cent. Wasser her. Die Erscheinungen, welche hier besprochen werden sollen, zeigten sich in beiden Fällen übereinstimmend.

Das Ansehen, welches die Blutkörperchen in Folge der Zumischung der verschieden concentrirten Salzlösungen annehmen, ist ein sehr verschiedenes, denn die Concentrationen bewegen sich zwischen Grenzen, an deren oberer die Lösung noch keinen Farbestoff aus den Blutkörperchen aufnimmt, während die an der unteren Grenze liegende Lösung sich schon beträchtlich roth färbt.

Ueberblickt man die ganze Reihe der dabei zur Beobachtung gelangenden Veränderungen der Blutkörperchen, so findet man solche, welche ihr Ansehen nur wenig geändert haben und auch meistens die Kernflecke noch zeigen, oder es kommen unter gleichzeitiger Abweichung der Gestalt zur eiförmigen oder kugligen Form, oder auch ohne dieselbe, die folgenden Formen vor: Die Körperchen erscheinen wie mit Warzen oder Knäufen besetzt, oder aber es zeigen sich an denselben mannigfach gestellte radiär, oder zu dem langen Durchmesser senkrecht verlaufende Wülste, oder es wechseln farblose und gefärbte Partieen in denselben ab und zwar so, dass zwischen den wie in Häufchen gesammelten farbigen Partieen ein farbloses Geäder hindurchläuft, oder aber es erscheinen die Hühnefeldt–Hensen'schen Bilder, oder die Blutkörperchen sind völlig entfärbt. Ich unterlasse es absichtlich, scharfe Grenzen für die Concentrationen anzugeben, bei welchen diese oder jene Abweichung beginnt, weil ich mich überzeugt habe, dass zwar im Allgemeinen die eben angeführten Veränderungen so auftreten, dass immer die früher angeführten bei höheren Concentrationen häufiger sich vorfinden, als bei den niedrigeren, allein man wird immer einige Blutkörperchen finden, die in höher concentrirten Lösungen schon so verändert sind, wie die meisten erst in niedriger concentrirten, und umgekehrt finden sich in den niederen Concentrationen auch immer einzelne noch wenig veränderte Körperchen.

Stellen wir nun mit Proben aller unserer Mischungen electrolytische Versuche an, dann beobachten wir auch hierbei eine grosse Mannigfaltigkeit der Erscheinungen. Hervorzuheben ist aber daraus das folgende.

Die an ihrer Oberfläche unebenen oder in ihrer Substanz gefleckten Blutkörperchen glätten sich an der positiven Electrode anfangs, dabei runden sie sich häufig mehr oder weniger ab, dann treten die Kerne schärfer hervor, bekommen einen erhöhten Glanz und ein mit dem der Körperchensubstanz nahe übereinstimmendes Colorit, und nehmen sich dann wie gehärtet aus.

Dabei nimmt die Farbensättigung der Körperchensubstanz mehr oder weniger ab und es kommt auch manchmal zu einer gänzlichen Entfärbung derselben.

Im weiteren Verlauf der Säurewirkung tritt dann in der Substanz des Kör-

perchens eine Trübung auf und dabei bleiben diejenigen Körperchen, welche bis dahin noch nicht völlig entfärbt waren, ebenfalls noch diffus grünlich gefärbt. Erst später entfärben sie sich, und zwar tritt beim Froschblutkörperchen mit der Entfärbung ein aus sehr grobkörnigen glänzenden Körnern bestehender zweiter Niederschlag auf, der ziemlich gleichmässig in der Substanz vertheilt ist. Oft deckt der Niederschlag den ebenfalls entfärbten oder aber noch gelblich tingirten Kern theilweise, oder aber es tritt der Kern aus der grobkörnigen Masse scharf hervor und erscheint dabei wieder selbst farblos oder tingirt. Das Blutkörperchen selbst erscheint dann sehr scharf wie von einem doppelten Contour begrenzt.

Im Tritonenblutkörperchen kommt es zu keinem so massigen grobkörnigen Niederschlag wie beim Frosche, man findet daselbst nur eine geringere Zahl oft wie durch fädige Streifchen zusammenhängender Körnchen. Das sind im Allgemeinen die Veränderungen, welche die in der concentrirten Lösung wenig veränderten Blutkörperchen zeigen. Anders als in der eben beschriebenen Weise verändern sich die Blutkörperchen, wenn wir zu den verdünnteren Lösungen übergehen. In diesen kommen die obigen Formen immer spärlicher vor, dagegen erscheint in der Mehrzahl wieder sofort im Beginn der Säurewirkung ein beträchtlich vergrösserter Kern, der durch eine scharfe Grenzlinie sich abzeichnet, im Uebrigen völlig glatt erscheint. Sobald diese Kerne aber sichtbar geworden, scheidet sich so wie früher aus den Körperchen des gewässerten Blutes unter ganz ähnlichen Erscheinungen die balkige Gerinnung ab und bietet dieselbe hier wie dort in einzelnen Körperchen, namentlich wieder beim Triton, die erwähnte schöne Sternform dar.

Auch die unter Anwendung verdünnter Lösungen von Glaubersalz auftretenden Hühnefeldt-Hensen'schen Bilder verändern sich an der positiven Electrode, wie die gleichen Formen im gewässerten Blute.

Und ebenso sind hier wie dort entfärbte Formen mit matten verfallenen Kernen zu beobachten, in welchen beim Auftreten der Säure nur ein aus zerstreuten Körnchen bestehender Niederschlag entsteht.

## 7.

Versuche, wie die eben berichteten, stellte ich nun auch unter Anwendung von Chlornatriumlösungen anstatt der Glaubersalzlösung an.

Und zwar wurden ganz in derselben Weise Lösungen von 1 Grm. ClNa in 100 C.-Cent. bis herab zu $^1/_5$ Grm. ClNa in 100 C.-Cent. in entsprechender Menge dem Blute zugemischt.

Es kommen dabei, was die Wirkungen der Salzlösungen selbst betrifft, ganz ähnlich verschiedene Bilder in der ganzen Reihe der Gemische vor, wie bei der Anwendung des Glaubersalzes.

Die Veränderungen, welche die in diesen Salzlösungen suspendirten Blutkörperchen an der positiven Electrode erleiden, variiren wieder im Allgemeinen mit dem Concentrationsgrade der Lösungen.

An der oberen Grenze treten zunächst wieder die Kerne schärfer hervor, und nehmen sich dann tingirt, glänzend und wie gehärtet aus.

Die Wulstungen und Unebenheiten an den Blutkörperchen glätten sich. Die Substanz der Körperchen erscheint dann gleichmässig gefärbt. Die Intensität der Färbung nimmt aber dann oft bis zur völligen Entfärbung ab. Auch tritt hier wieder, wie bei den Versuchen mit Serum, eine wenn auch nicht in allen Blutkörperchen so regelmässige Erweiterung auf.

Dieser Erweiterung, welche oft sehr rasch, oft aber nur allmählig sich vollzieht, folgt wieder ein Zusammenfallen. Dabei werden die Grenzen des Blutkörperchens unregelmässig und in seinem Inneren ist dann ein schütterer Niederschlag zu bemerken, der oft schon in dem noch erweiterten Körperchen sich zu bilden anfängt. Eine so grobe Körnung, wie sie im Froschblutkörperchen bei den Versuchen mit Glaubersalz auftritt, ist bei den Kochsalzversuchen weder in den Körperchen des Frosches, noch der Tritonen zu beobachten.

Anders als jene Blutkörperchen, in welchen die stark lichtbrechenden und wie gehärtet aussehenden kleinen Kerne hervortreten, verhalten sich auch hier wieder jene Körperchen, in welchen die vergrösserten Kerne sichtbar werden. An diesen sieht man wieder entweder aus der ganzen Substanz oder aber nur aus den an den Kern grenzenden Theilen die zum balkigen Gerinnsel um den Kern zusammenschrumpfende Substanz sich ausscheiden. Das Gerinnsel bietet häufig, namentlich wieder im Tritonenblut, die schöne Sternform dar.

An den Hühnefeldt-Hensen'schen Bildern, welche auch in gewissen Concentrationen der Chlornatriumlösung, namentlich an den Froschblutkörperchen, in sehr ausgebildeter Weise erscheinen, sieht man an der positiven Electrode wieder die Farbe sich diffus im ganzen Körperchen verbreiten, dann erst kommt es zur Bildung der balkigen Gerinnung, die auch hier häufig wieder die Sternform annimmt.

Bei den Versuchen mit den Chlornatriumlösungen machte ich aber zuerst die Bemerkung, dass die gleichmässige Vertheilung der Farbe im Körperchen auch ausbleiben kann.

Das lässt sich an Froschblutkörperchen, die 24 Stunden und länger mit der Salzlösung stehen gelassen wurden, sehr leicht beobachten. In solchen Fällen überschreitet aber die rasch vorübergehende Trübung, die zu dem eigenthümlichen Gerinnsel um den Kern sich contrahirt, die Grenzen der in die farblose Substanz eingetragenen grünen Figur nicht.

In Blutkörperchen, welche erst kurze Zeit mit der Salzlösung in Berührung sich befanden, kommt es dagegen immer zu einer Lösung der grünen Figur. Nachdem ich einmal bei den Kochsalzversuchen diesen Unterschied bemerkt hatte, habe ich auch bei Versuchen mit Glaubersalz etwas Aehnliches wahrgenommen, doch tritt dort dieser Unterschied nicht so sicher ein, wie bei den Froschblutkörperchen in Chlornatrium.

Auch bei den Kochsalzversuchen kommen schliesslich ganz entfärbte Kör-

perchen zur Beobachtung, welche nicht mehr die balkige Gerinnung, sondern nur einen körnigen Niederschlag ergeben.

Wir erhalten also auch bei den Kochsalzversuchen in Bezug auf einzelne sehr hervortretende Erscheinungen an den Blutkörperchen in den verdünnten Lösungen eine grosse Uebereinstimmung mit gewissen, bei unseren früheren Versuchen beobachteten Erscheinungen.

Von vornherein war das nicht ohne Weiteres zu erwarten.

Das Product der Electrolyse des Chlornatrium ist den vorliegenden Angaben nach an der positiven Electrode keine Säure, sondern Chlor. Es würde nun darauf ankommen zu untersuchen, welche secundären Producte etwa entstehen, wenn das Chlor mit den Blutkörperchen in Berührung kommt.

Leichter, als diese schwierige Frage zu lösen, war es, sich die Ueberzeugung zu verschaffen, ob das Chlor wirklich in unseren obigen Versuchen das wesentlich wirksame Agens ist.

Man musste nämlich auch gegen jene Versuche, welche an Blutproben angestellt wurden, deren Plasma durch mehrmalige Erneuerung der Chlornatriumlösung möglichst entfernt worden war, den Verdacht hegen, dass bei der nachträglichen Verdünnung aus den Blutkörperchen wieder solche Substanzen in die Salzlösung diffundirten, deren directes Jon am positiven Pole sauerer Natur ist. Darum habe ich Controlversuche an den in den verschieden concentrirten Chlornatriumlösungen enthaltenen Blutkörperchen mit reinem Chlorgas angestellt.

Die Form dieser Versuche ist eine sehr einfache, und ich muss sowohl die Chlorversuche, als auch die analogen Versuche mit Jod und Brom, über welche später berichtet werden soll, als sehr geeignet zur Entscheidung gewisser, die Blutkörperchen betreffender Fragen angelegentlich empfehlen. Ich benütze dazu folgende Vorrichtung. Eine 6 Mm. dicke viereckige Platte aus dichter Kammmasse, von der Breite eines gewöhnlichen Objectträgers, ist in ihrer Mitte von einem Loche von 10 Mm. Diameter durchbohrt, mit ihrer einen breiten Seite wird die Platte mittelst Glaskitt[1]) auf einen Objectträger geklebt. Ueber die obere freie Fläche der Platte wird, das Loch in derselben deckend, ein Deckgläschen gelegt, an dessen unterer Seite der die Blutkörperchen enthaltende kleine Tropfen hängt. Ehe das Deckgläschen mit dem Objecte aufgelegt wird, setze man auf den Boden der beschriebenen Kammer eine geringe Menge Chlorwasser.

Ich bereitete mir das letztere in kleinen Portionen immer frisch, indem ich das mittelst chromsaurem Kali und Salzsäure dargestellte und sorgfältig gewaschene Chlorgas von Wasser absorbiren liess. Durch Schütteln des erhaltenen Chlorwassers mit metallischem Quecksilber und Prüfung der Reaction des abgegossenen Wassers überzeugte ich mich, dass mein Chlorwasser frei von Salzsäure war.

---

1) Mastix und Kautschuk in Chloroform.

Das zu den Versuchen benützte Chlorwasser wurde stets nur verdünnt angewendet, so dass das von demselben abdunstende Chlor eben eine langsame Wirkung auf die Blutkörperchen entfaltete, was für die Beobachtung der zu beschreibenden Erscheinung sowohl, als auch für die Hintanhaltung einer Belästigung des Beobachters von Wichtigkeit ist.

Nachdem also eine geringe Menge verdünnten Chlorwassers auf den Boden der Kammer gebracht, wird das Deckgläschen mit dem Objecte darüber gelegt und nun rasch darauf eingestellt. Wieder prüfe man wie gesagt die ganze Reihe der in den verschieden concentrirten Kochsalzlösungen enthaltenen Blutkörperchen auf diese Weise durch. Dabei wird man auf eine ähnliche Stufenreihe von Veränderungen an den Blutkörperchen stossen wie bei den electrolytischen Versuchen; auf Blutkörperchen, deren Kerne scharf hervortreten, wie gehärtet sich ausnehmen und tingirt erscheinen, bis jedwede Farbe durch die bleichende Wirkung des Chlors verschwindet; ferner zum Unterschiede von jenen an den durch die Verdünnung mehr veränderten Körperchen auf Kerne, die gross und aufgebläht erscheinen und aus denen sich wieder die um den Kern sich sammelnde balkige Gerinnung abscheidet. Man wird auch hier auf exquisite Sternformen der letzteren mit zahlreichen, bis an die Umfassungslinie reichenden Strahlen, namentlich wieder im Tritonenblut, stossen. Ebenso finden sich auch die entfärbten Formen mit den matten und zusammengefallenen Kernen in denen, wie in den ähnlichen Formen bei den früheren Versuchen hier durch die Wirkung des Chlors ein körniger Niederschlag entsteht.

Zu bemerken ist bei den Versuchen mit dem Chlor noch das Folgende:

Die eigenthümliche Erweiterung der Körperchen erfolgt bald, nachdem die glänzenden Kerne in der geglätteten und diffus gefärbten, aber an Intensität der Färbung immer beeinträchtigten Körperchensubstanz hervorgetreten sind. Sie tritt aber nur bei den mittleren Concentrationsgraden der Salzlösungen und zwar hier auch beim Tritonenblut sehr regelmässig auf. Bei der Concentration von 1 Grm. ClNa in 100 C.-Cent. fehlt sie besonders beim Froschblute an den meisten Blutkörperchen oder ist nur wenig auffallend. Körperchen, bei welchen das der Fall ist, nehmen sich dann im weiteren Verlaufe der Chlorwirkung wie gehärtet aus, dabei sind sie entfärbt und zeigen auch einen entfärbten, scharf hervortretenden Kern. Das scheint auf einer sehr plötzlichen Chlorwirkung zu beruhen. An der positiven Electrode werden nur ganz in der Nähe der Electrode befindliche Körperchen manchmal von dieser Veränderung betroffen.

Häufig erfolgt bei den Versuchen in der Kammer die Erweiterung unregelmässig, so als ob nur eine gewisse Partie der Körperchensubstanz sich aufblähen und die an der Erweiterung nicht theilnehmenden äusseren Partieen aus ihrer Lage verdrängen und falten würde.

Die erweiterten Körperchen fallen auch bei diesen Versuchen nach der Erweiterung wieder zusammen.

8.

Nachdem die mitgetheilten Erfahrungen über die Chlorwirkung gemacht waren, interessirte es mich, auch Jod in ähnlicher Weise auf die Blutkörperchen wirken zu lassen.

Ich stellte zu dem Ende vorerst wieder in der angegebenen Weise Mischungen von Blut mit Jodkaliumlösungen von 1 Grm. auf 100 C.-Cent. bis $1/2$ Grm. Jodkalium auf 100 C.-Cent. her, in die letztere Lösung geht schon eine beträchtliche Menge des Blutfarbestoffs über. In der 1 Grm. Jodkalium enthaltenden Lösung bleiben nur wenige Körperchen des Tritonenblutes scheibenförmig, die meisten werden oval und erscheinen entweder glatträndig oder aber ihr Rand erscheint gezackt. Die Kerne sind meist noch als weisse Flecke, ähnlich den Kernen der frischen Blutkörperchen, zu erkennen. Nur einzelne Körperchen findet man weiter verändert in einer Weise, wie die Mehrzahl in den dünneren Lösungen des Salzes sich verändert. An der positiven Electrode werden die Körperchen in dieser Lösung anfänglich runder, auch die Kerne runden sich etwas ab und erscheinen glatt, sie treten bald schärfer hervor und erscheinen dann in der matter gefärbten oder völlig entfärbten Körperchensubstanz tingirt. Hierauf tritt in der letzteren mehr oder weniger rasch ein Anfangs feiner, dann immer mehr zunehmender und grobkörnig werdender Niederschlag auf, der wie das ganze Körperchen in der braunen Farbe des Jod erscheint. Der Kern, welcher ebenfalls gebräunt ist, tritt mit einem scharfen Contour aus der körnigen Substanz hervor. Unmittelbar an der Electrode tritt das letzte Stadium sehr rasch ein. Die Froschblutkörperchen erhalten sich in der Jodkaliumlösung von 1 Grm. JK. auf 100 C.-Cent. mehr unverändert, als die Tritonenblutkörperchen. Nur einzelne Körperchen erscheinen eiförmig oder rund. Die länglichen Kerne sehen auch hier denen der frischen Blutkörperchen sehr ähnlich. Ganz in der Nähe der Electrode sieht man auch in diesen Blutkörperchen anfangs den Kern als glatten rundlichen und etwas tingirten Körper schärfer hervortreten, dann wird aber wieder rasch das Ganze in das braune körnige und immer tiefer sich färbende Körperchen verwandelt. Entfernter von der Electrode werden die Körperchen rund, ihre Substanz entfärbt, die Kerne dagegen scharf hervortretend und tingirt, in der Substanz entsteht ein Niederschlag, der immer körnig ist, oft aber erscheinen die Körner wie zu einem Ballen oder in Flocken gesammelt und das Körperchen von einem dicken Randsaum umfasst.

In Lösungen von $1/2$ Grm. JK. auf 100 C.-Cent. erscheinen die Tritonenblutkörperchen zum Theil rund und noch gefärbt, aber mit undeutlichen Kernen, die meisten dagegen sind entfärbt und entweder mit aufgeblähten Kernen versehen, oder es erscheinen in anderen entfärbten Körperchen wieder matte und wie zusammengefallen aussehende Kerne.

An der positiven Electrode tritt in den noch gefärbten Körperchen zuerst ein grosser ovaler Kern deutlich hervor, dann erscheint in einer Weise wie in den durch die Verdünnung weiter veränderten Blutkörperchen bei allen früheren

Versuchen die balkige Gerinnung. Auch hier zeigt dieselbe sehr häufig die bekannte Sternform. Dann färbt sich zunächst das Gerinnsel tiefer braun, später nimmt auch die übrige Substanz eine braune Färbung an und das Körperchen bekommt einen breiten Randsaum.

In dem gebräunten Körperchen finden sich dann manchmal auch vereinzelte Körnchen zwischen den Strahlen des sternförmigen Gerinnsels. Die bereits in der Salzlösung verblassten Körperchen geben entweder noch das sternförmige Gerinnsel unter ähnlichen Erscheinungen wie die hämoglobinhaltigen Blutkörperchen, oder aber es färben sich nur die Kerne heller braun, während in der Substanz selbst ein körniger Niederschlag auftritt. Es kommt aber hier auch der Fall öfter vor, dass ein vollkommen farbloser und glatter Hof um den durch die Wirkung des Jod hellbraun gefärbten Kern zurückbleibt und sich das Ganze so ausnimmt, als ob aus diesen Körperchen alle durch Jod fällbare Substanz völlig ausgelaugt worden wäre.

Eine besondere Erscheinung in den letzteren Blutkörperchen ist das Auftreten kleiner blasser Tröpfchen in den Kernen, die, wenn sie einzeln im Innern eines Kernes sich befinden, wie ein Kernkörperchen sich ansehen, oft aber wölben sich dieselben mit einer Hälfte über die Oberfläche des betreffenden Kernes vor, oder sie hängen nur mehr an dem Rande desselben.

Auch bei diesen Versuchen folgen unmittelbar an der Electrode die Veränderungen der Blutkörperchen rascher auf einander, als in einiger Entfernung.

Froschblut in Lösungen von $1/2$ Grm. JK. auf 100 C.-Cent. verhält sich dem Tritonenblut sehr ähnlich. Die Erscheinungen spielen sich nur in entsprechend kleineren Dimensionen ab. Besonders zu erwähnen ist nur, dass durch die Wirkung der Salzlösung allein die Froschblutkörperchen oft eine etwas besondere Veränderung erleiden. Sie erscheinen als längliche, schwach gefärbte Körperchen, deren Oberfläche faltig ist und deren Ränder wie benagt erscheinen. Solche Körperchen glätten sich an der positiven Electrode, werden rund und verändern sich dann wie die übrigen.

Auch die angeführten Versuche mit Jod kann man controlliren durch Versuche, die mit einer einfach gedeckten Kammer, wie sie früher beschrieben wurde, angestellt werden. Zur Entwicklung der Joddämpfe genügt es und ist wegen des langsamen Verlaufes der Erscheinungen zu empfehlen, dass man nur eine wässerige Lösung von Jod auf den Boden der Kammer bringt.

Eine solche Lösung bereite man sich durch Schütteln von metallischem Jod mit Wasser, und nachdem das Metall sich abgesetzt hat, bringe man eine geringe Menge der schwach gefärbten Lösung in die Kammer und prüfe das Verhalten der in den verschieden concentrirten Jodkaliumlösungen enthaltenen Blutkörperchen gegen die aus der wässerigen Lösung aufsteigenden Joddämpfe. Man wird sich bald von der grossen Uebereinstimmung der dabei zu erhaltenden Resultate mit denen der früher angeführten Jodversuche überzeugen.

Nur darauf muss ich besonders aufmerksam machen, dass man gerade bei diesen Versuchen mit Jodwasser sehr häufig Gelegenheit hat, alle einzelnen

Entwickelungsphasen der sich bildenden balkigen Gerinnung, also der in allen unseren Versuchen unter gewissen Umständen übereinstimmend wiederkehrenden Erscheinung, zu verfolgen, namentlich in jenen Fällen, wo das ausgeschiedene Gerinnsel schliesslich zu dem vielstrahligen Sternbilde wird.

9.

Brom liess ich auf die Blutkörperchen wirken, indem ich die letzteren mit Bromkaliumlösungen von 1 Grm.—½ Grm. Bromkalium in 100 C.-Cent. versetzte und nun wieder electrolysirte. Ferner liess ich zum Vergleiche damit auf die in denselben Lösungen befindlichen Körperchen in der einfach gedeckten Kammer Bromdämpfe wirken, wie sich dieselben aus wässeriger Bromlösung, die einen kleinen Tropfen Brom auf 30 C.-Cent. Wasser enthielt, entwickelten.

In den Blutkörperchen tritt wieder im Anfange ein kleiner glänzender Kern scharf hervor, der bald sich braun färbt und die Substanz des Blutkörperchens nimmt darauf bei rascher Bromwirkung, indem sie nur etwas einschrumpft, ebenfalls eine eigenthümliche braune Färbung an; oder die Blutkörperchen erfahren, nachdem der Kern als glänzender grünlich tingirter Körper in denselben hervorgetreten ist, eine plötzliche, aber mehr unregelmässige Erweiterung, bei welcher man wieder häufig den Eindruck hat, als ob nicht alle Partieen des Blutkörperchens daran theilnehmen würden; oft sieht es so aus, als ob eine äussere nicht erweiterte Partie von der nach irgend einer Seite vorquellenden Substanz abgeworfen würde. Auf die Erweiterung folgt auch hier wieder ein Zusammenschrumpfen und dann nehmen die Blutkörperchen eine braune Farbe an. In anderer Weise erfolgen wieder die Veränderungen in den in Folge der Wirkung der Salzlösung schon weiter modificirten Blutkörperchen. An diesen bemerkt man, was das Hervortreten der vergrösserten Kerne, die Abscheidung der balkigen Gerinnung, das oft prächtig ausgebildete Sternbild der letzteren, oder endlich den körnigen Niederschlag in den noch weiter modificirten Blutkörperchen betrifft, ganz ähnliche Erscheinungen, wie bei den analogen früheren Versuchen, nur zeigen hier das Gerinnsel und die Kerne eine vom Brom herrührende braune Färbung.

10.

Wie mannigfaltige Erscheinungen wir bei den bisher angestellten Versuchen auch zu beobachten Gelegenheit hatten, so haben sie doch auch zu einem übereinstimmenden Resultate geführt. Die Reactionen, welche Säuren, Chlor, Jod und Brom an den Blutkörperchen hervorbringen, sind andere, wenn die Blutkörperchen im Serum oder in Salzlösungen von einer bestimmten hohen Concentration sich befinden, als jene, welche durch dieselben Reagentien hervorgebracht werden, wenn das Medium, welches die Blutkörperchen enthält, bis zu einem gewissen Grade mit Wasser verdünnt wird.

Im ersteren Falle tragen die Erscheinungen, wie different sie bei den ein-

zelnen Reagentien auch sein mögen, den Charakter chemischer Zersetzungen in hohem Grade an sich. Im letzteren Falle treten schon durch die Verdünnung allein und ebenso durch die darauf folgende Wirkung der genannten Reagentien Formveränderungen und Bilder an den Blutkörperchen zu Tage, die zwar in dem Zusammenhange, wie wir sie vorgebracht haben, auch ihre Deutung als Zersetzungserscheinungen sehr nahe legen, welche aber wegen der besonderen, aber in allen einzelnen Versuchen merkwürdig übereinstimmenden Form der dabei auftretenden Niederschläge mit Bildern übereinstimmen, die, als man sie früher mittelst anderer Reagentien gewann, zu besonderen Deutungen Veranlassung gaben. Das gilt von den Hühnefeldt–Hensen'schen Bildern und von jener Ausscheidung, welche wir als balkige Gerinnung bezeichnet haben.

Mit beiden Bildern hat man es auch zu thun, wenn man den Einfluss des Wechsels von $CO_2$ und Luft auf gewässertes Blut nach Stricker's Vorgang studirt und ebenso tritt bei diesen letzteren Versuchen auch jene feinkörnige Ausscheidung in den Blutkörperchen auf, welche erst erfolgt, wenn die Blutkörperchen durch die Verdünnung des umgebenden Mediums völlig entfärbt und so weit verändert wurden, dass die balkige Gerinnung nicht mehr aus denselben abgeschieden werden kann.

Die Uebereinstimmung der an den Körperchen des verdünnten Blutes von uns erhaltenen Bilder mit den durch $CO_2$ unter ähnlichen Umständen zu erhaltenden wollen wir nun in dem Folgenden dadurch nachweisen, dass wir für alle unsere einzelnen, im Früheren angeführten Mischungen die Erfolge des abwechselnden Zutrittes von $CO_2$ und Luft untersuchen. Um $CO_2$ und kohlensäurefreie Luft über mikroskopischen Präparaten wechseln zu lassen, aber auch zu zahlreichen anderen Gaswechsel–Versuchen, habe ich in meinem Laboratorium eine Vorrichtung aufgestellt, welche ich Gaswechsler nennen und hier beschreiben will. Einmal aufgestellt erlaubt sie eine grosse Bequemlichkeit des Arbeitens, wie sie für eine grössere Reihe von Versuchen solcher Art in hohem Grade nothwendig ist. Der Gaswechsler ist in Verbindung mit einer mikroskopischen Gaskammer, einem Gasentbindungsapparate und einem Kaliapparate, auf dem am Fenster befindlichen Experimentirtische stehend, in Fig. 2/I abgebildet. Man denke sich die mit der Gaskammer $k$ verbundenen Schläuche $a$ und $z$, jeden mit einem Gabelrohre $g$ und $g'$ verbunden, die beiden anderen Enden der Gabel $g$ seien mit zwei Zuleitungsschläuchen $z' z' z'$ und $z'' z'' z''$ verbunden, die entsprechenden Enden der Gabel $g'$ dagegen mit zwei Ableitungsschläuchen $a' a' a'$ und $a'' a'' a''$. Mit dem Schlauche $z' z' z'$ kann ein Gasentbindungsapparat, wie die Figur zeigt, verbunden werden. Der Schlauch $z'' z'' z''$ steht in Verbindung mit einer Flasche, die mit Wasser befeuchtete Bimssteinstücke enthält und ihrerseits mit einem Liebig'schen Kaliapparate communicirt. Der Schlauch $a' a' a'$ mündet in ein Glasrohr $A$, welches die Gase direct nach ausserhalb des Fensters abführt. Der Schlauch $a'' a'' a''$ steht mit der Saugröhre einer Aspiratorflasche in Verbindung, mit deren nahe dem Boden befindlichen Tubulus die Ausflussröhre $m$ zusammenhängt. $n$ ist das Füllrohr des Aspirators.

Durch das Rohr $c$, welches mit $A$ communicirt, können wieder die im Aspirator angesammelten Gase beim Füllen desselben direct nach aussen entleert werden.

Den Aspirator füllte ich mit Wasser, welches mit Schwefelsäure etwas angesäuert war. Das letztere nur zu dem Zwecke, weil sich sonst beim Stehen des Apparates im Wasser desselben oft in grosser Menge Pristley'sche Materie und in Folge davon Gas entwickelte.

Die genannten Ab- und Zuleitungsschläuche, welche von den Gabeln $g$ und $g'$ entgegen der Kammer abgehen, sind über ein horizontales Brettchen gelegt, welches mittelst einer Schraubenzwinge an dem Tische befestigt ist. In der Mitte dieses Brettchens ist an einer im vorspringenden Axenlager beweglichen horizontalen Axe ein aus zwei Messingplatten gefertigter Hebel befestigt. Die Grundplatte dieses Hebels, welche sich in der Axe dreht, ist $H$, sie ist am oberen Rande mit einer gut zu fassenden Handhabe von Holz versehen. Die Platte $H'$ ist mittelst dreier Schrauben an der Platte $H$ befestigt und kann durch Lüften der Schraubenmuttern, da die Schrauben selbst durch senkrechte Schlitze der Platte $H$ verlaufen, an dieser Platte senkrecht auf- und abgeschoben und höher oder tiefer eingestellt werden. Der untere Rand beider Platten bildet einen stumpfen Winkel, dessen Halbirungslinie durch die Drehungsaxe fällt. Der Hebel kann leicht mit einer Hand dirigirt werden und klemmt, nach rechts oder nach links umgelegt, die zu beiden Seiten unter den Hebelarmen verlaufenden Schläuche abwechselnd zu.

Die Schläuche sind aber so angeordnet, dass unter dem rechten Hebelarme der Zuleitungsschlauch $z' z' z'$ und der Ableitungsschlauch $a' a' a'$ zu liegen kommen. Ist der Hebel nach links umgelegt, so nimmt dann das aus dem Gasentbindungsapparate ausströmende Gas seinen Weg durch $z' z' z'$ durch das Rohr $g$ und den Schlauch $z$ zur Kammer $k$ und dann durch den Schlauch $a$ zum Rohre $g'$ und durch den Schlauch $a' a' a'$ zum Rohre $A$ und nach aussen.

Unter den linken Hebelarm kommen der Zuleitungsschlauch $z'' z'' z''$ und der Ableitungsschlauch $a'' a'' a''$ zu liegen.

Wird der Hebel nach rechts umgelegt, so tritt der Aspirator in Thätigkeit und die angesaugte Luft nimmt ihren Weg durch den Kaliapparat, durch die mit befeuchteten Bimssteinstücken gefüllte Flasche, durch den Schlauch $z'' z'' z''$ zum Rohre $g$ und durch den Schlauch $z$ zur Kammer $k$ und von da durch den Schlauch $a$ zur Röhre $g'$ und den Schlauch $a'' a'' a''$ in den Aspirator.

Man kann auf diese Weise durch rasches Umlegen des Hebels, wie man sich leicht überzeugen wird, mit einer grossen Schnelligkeit $CO_2$ und Luft über dem Präparate oft hinter einander wechseln lassen. Es ist aber auch wünschenswerth, dauernd die Schläuche in derselben Weise abzusperren, wie es einseitig mittelst des umgelegten Hebels geschieht. Zu dem Ende sind vor dem Hebel zwei Klemmen $r$ und $s$ von der folgenden Form angebracht. Zwei runde Messingstäbe sind an ihren gegen die Mitte des Brettchens gekehrten Enden mit Schlitzen versehen, mittelst welcher sie über in dem Brettchen befestigte

Schrauben geschoben werden können, durch welche die Stäbe dann am Brettchen festgehalten werden. Die äusseren Enden der Messingstäbe sind horizontal abgeflacht. Neigt man diese Enden, nachdem die Stäbe von aussen her über die Schrauben geschoben, herunter, so klemmen sie die unter ihnen hinlaufenden Schläuche gegen das Brettchen. Um die Stäbe dauernd in dieser Lage festzuhalten, befinden sich in dem Brettchen zwei um ihren verticalen Schenkel drehbare und mit ihrem horizontalen Schenkel über die abgeflachten Enden der Messingstäbe zu bewegende rechtwinklig gebogene Haken, die, über die Stäbe gedreht, diese zugleich gegen die sie am anderen Ende haltenden Schrauben hindrücken.

Der Vorgang bei den einzelnen Versuchen in dem durch die Abbildung dargestellten Falle ist der folgende.

Das Präparat wird in die Kammer gebracht und das Mikroskop eingestellt, dann wird der Hebel nach rechts umgelegt und jetzt der Stab *r* entfernt, der Aspirator dadurch in Thätigkeit versetzt und nun streicht Luft über das Präparat, dann wird der Stab *s* entfernt; legt man nun den Hebel nach links um, so bestreicht das aus dem Gasentbindungsapparat ausströmende Gas das Präparat und nunmehr kann man dadurch, dass man den Hebel beliebig spielen lässt, einen beliebig häufigen und nach einem beliebigen Rhythmus erfolgenden Wechsel der Gase erzielen.

Um die Intensität der Gasströme zu reguliren, kann man noch überdies an passenden Orten der Zu- und Ableitungsschläuche Regulirungsklemmen nach Art der in Fig. 2 an *m* befindlichen anlegen.

Soll ein Versuch beendigt werden, dann legt man den Hebel nach der Seite des Gases um, dessen Wirkung zuerst ausgeschlossen werden soll, z. B. in unserem Falle nach rechts, dann wird links der Stab *r* eingelegt und, während man den Hebel noch immer nach rechts herunterdrückt, auch der Stab *s* eingelegt.

Die Manipulation mit dem Apparate ist in hohem Grade einfach und sicher und der Experimentator kann leicht unter fortdauernder Beobachtung des Präparates, wenn nur das Hebelbrettchen und Mikroskop sehr nahe neben einander aufgestellt sind, alle Operationen mit seinen Händen dirigiren. Der Apparat ist übrigens für allgemeinere Zwecke berechnet, als die sind, zu welchen er bei den im Weiteren mitzutheilenden Versuchen benützt erscheint.

Darum ist er so construirt, dass ganz nach den im gegebenen Falle einen grösseren Vortheil oder eine grössere Bequemlichkeit bedingenden Momenten die Gase durch Druck oder aber durch Saugwirkung in die Kammer gefördert werden können. Diese Vielseitigkeit ist aber, wie ich hervorheben muss, eine seiner wesentlichsten Eigenschaften. Man glaube darum nicht, dass man etwa mit einem vor der Gaskammer angebrachten, unter rechtem Winkel getheilten Rohre und einem an der Theilungsstelle angebrachten T förmigen Hahne dasselbe erreichen könne, also z. B. mit einem solchen Hahne in unserem Rohre *g* das durch Schlauch *z* mit der Kammer in Verbindung käme, während Schlauch *a*

frei ausliefe, die beiden anderen Enden von $g$ aber mit den Gaszuleitungsröhren in Verbindung ständen.

In diesem Falle könnte man nur entweder beide Gase mittelst eines an $a$ angesetzten Aspirators durch die Kammer saugen, oder aber man müsste beide Gase durch die entsprechenden Zuleitungsröhren einleiten und durch $a$ frei abfliessen lassen.

Wollte man dagegen ein Gas durch Druck, das andere durch Saugwirkung fördern, dann brauchte man wieder zwei Röhren wie $g$ und an der Theilungsstelle einer jeden einen Tförmigen Hahn, während die übrige Anordnung des Apparates ganz so wie in der Abbildung sein müsste. Die beiden Hähne müssten dann rasch hinter einander im entgegengesetzten Sinne gestellt werden.

Man könnte denken, dass die letztere Einrichtung, einmal getroffen, der unseren gegenüber gerade dadurch im Vortheile wäre, dass man sie, wenn der eine Hahn bleibend gestellt und nur der andere abwechselnd gestellt würde, auch so benützen kann, dass man einmal zwei abwechselnde Gase durch Druck in die Kammer fördern würde, oder aber anderenfalls auch zwei abwechselnde Gase wieder durch Saugwirkung in die Kammer fördern würde, was, wie eine einfache Ueberlegung zeigt, im gegebenen Falle ebenfalls wünschenswerth werden könnte. Dafür ist aber auch unser Apparat eingerichtet.

Zu dem Ende wird an dem Hebel die Platte $H'$ in der früher besprochenen Weise gehoben, so dass ihr unterer Rand nicht mehr mit dem Rande der von rechts nach links kürzeren Platte $H$ zusammenfällt. Dadurch wird der Hebel verkürzt, sowie er durch Herabrücken der Platte $H'$ wieder verlängert wird. Dann drückt der Hebel beim Steigen nur noch die innersten Schläuche $z'z'z'$ und $z''z''z''$ zusammen. Setzt man dann an das Ende jedes der Schläuche $z'z'z'$ und $z''z''z''$ einen Gasentbindungsapparat an, während der Schlauch $a''a''a''$ und die Ablaufröhre des Aspirators dauernd abgeklemmt werden, dann bewegt sich beim Spiel des Hebels abwechselnd das eine Gas durch $z'z'z'$ und $g$ und $z$ durch die Kammer $k$ nach $a$ und $g'$ und durch $a'a'a'$ und $A$ nach aussen, das andere Gas durch $z''z''z''$ nach $g$ und $z$ durch die Kammer $k$ nach $a$, nach $g'$ und durch $a'a'a'$ und $A$ wieder nach aussen. Man kann so z. B. Kohlensäure und Wasserstoff wechseln lassen.

Umgekehrt kann man, während an $z'z'z'$ und $z''z''z''$ passende Vorlagen angelegt werden, den Schlauch $a'a'a'$ dauernd abklemmen, dagegen den Aspirator in dauernde Wirksamkeit versetzen und während des Spieles des Hebels abwechselnd Luft durch die Vorlage vor $z'z'z'$ oder aber durch die Vorlage vor $z''z''z''$ ansaugen, und so z. B. reine Luft mit von einem bestimmten Dampf geschwängerter Luft wechseln lassen.

Zieht man diese mehrseitigen Leistungen unseres Apparates und die leichte und rasche und ohne sonderliche Beihilfe der Augen mögliche Manipulation mit dem Hebel in Betracht, dann wird man der getroffenen Einrichtung vor der mit Wechselhähnen vielleicht den Vorzug geben.

Ich gestehe, dass ich die Hebeleinrichtung schon getroffen hatte, als ich die

Möglichkeit erkannte, mit zwei Hähnen dasselbe zu erreichen, mich aber aus den angeführten Gründen nicht veranlasst fand, meine mir bequem gewordene Einrichtung aufzugeben.

Die ganze Vorrichtung, wie ich sie beschrieben habe, wurde von dem an meinem Institute angestellten mechanischen Arbeiter ausgeführt.

Es wurden zahlreiche Versuche mit derselben angestellt und demonstrirt. Die $CO_2$ wurde aus Marmor mit Salzsäure entwickelt und hinter einander durch eine mit doppeltkohlensaurem Natron gefüllte Waschflasche und dann durch eine zweite Waschflasche geleitet, welche mit doppeltkohlensaurer Natronlösung getränkte Bimssteinstücke enthielt. Der Gasentbindungsapparat ist, wie die Fig. 2 zeigt, nach der Methode von Deville eingerichtet. Um Mikroskop und Arbeitsraum vor Salzsäuredämpfen zu schützen, setzte ich auf die eine Flasche zwei Ventilflaschen, durch deren eine die Luft durch Wasser eintrat, die andere entliess die Luft durch Kalilauge. Die Gaskammer bestand aus einer Platte von ausgesuchter dichter Kammmasse von der Grösse eines Objectträgers und der Dicke von 8 Mm.

Diese Platte war von oben nach unten in ihrer Mitte von einem 10 Mm. im Durchmesser besitzenden Loche durchbohrt, von rechts nach links liefen feine Bohrungen horizontal gegen diese mittlere Bohrung hin. Die Platte wurde mit ihrer unteren Fläche mittelst Glaskitt auf einen Objectträger gekittet, in die seitlichen Enden der feinen Bohrungen wurden kleine Röhrchen zum Ansatz der Kautschukschläuche eingekittet. Auf die obere Fläche der so gebildeten Kammer wurde eine dünne Platte von Kammmasse gelegt, die ebenfalls in der Mitte durchbohrt, aber wieder mit einem an der einen Seite bleibend aufgekitteten Deckgläschen verschlossen war. Auf die untere Seite dieses Deckgläschens wurde das Object gesetzt und dann die Platte am Rande gefettet und auf die über dem Objectträger befindliche Platte fest aufgedrückt. Mit einer solchen Kammer lassen sich sehr reinliche Versuche anstellen, da das Fett nur mit von den gläsernen Theilen entfernten Theilen der Kammer in Berührung kommt. Die Kammer kann mittelst des Gaswechslers leicht auf ihren dichten Schluss geprüft werden.

Mit allen in den früheren Versuchen benützten Gemengen von Blutkörperchen und Salzlösungen stelle man nun, sobald man dieselben in der vorerwähnten Weise geprüft hat, auch Versuche über den Einfluss des Wechsels von $CO_2$ und Luft auf die darin enthaltenen Blutkörperchen an.

Man untersuche also einzelne Proben der in Glaubersalzlösungen von 1 Grm. —$\frac{1}{3}$ Grm. in 100 C.-Cent., in Chlornatriumlösungen von 1 Grm.—$\frac{1}{3}$ Grm. in 100 C.-Cent., in Jodkaliumlösungen von 1 Grm.—$\frac{1}{2}$ Grm. in 100C.-Cent. und in Bromkaliumlösungen von 1 Grm.—$\frac{1}{2}$ Grm. in 100 C.-Cent. enthaltenen Blutkörperchen von Fröschen und Tritonen.

Man wird in Bezug auf die dabei auftretenden Erscheinungen hauptsächlich die folgenden Fälle unterscheiden können.

1. Die Blutkörperchen erleiden keine merkliche Aenderung ihrer Form und

ihrer mikroskopischen Zeichnung, ähnlich wie die des unverdünnten frischen Blutes beim Wechsel von $CO_2$ und reiner Luft. Nur bei lang anhaltendem $CO_2$-strome werden sie ähnlich verändert, wie das mit den unter 2 angeführten Körperchen gleich beim Anfang der $CO_2$-Einwirkung geschieht.

2. Die mit Wülsten, Zacken, Runzeln oder Flecken versehenen Blutkörperchen glätten sich auf den Zutritt von $CO_2$, während auf Zutritt von Luft, häufig aber nicht immer und nur für eine beschränkte Versuchsdauer, die Glätte wieder verschwindet, um auf $CO_2$ abermals wiederzukehren. In diesen Blutkörperchen sowohl, als auch in zahlreichen anderen, die nach der Wirkung der Salzlösungen glatt blieben und nur eiförmig oder mehr rund wurden, tritt in Folge der Wirkung der $CO_2$ ein scharf contourirter glänzender und grünlich tingirter Kern hervor, während die Substanz des Körperchens an Sättigung der Farbe verliert.

3. Durch die Wirkung der $CO_2$ werden im ersten Momente in den Blutkörperchen vergrösserte glatte Kerne sichtbar, die in diesem Moment einzig und allein durch ihre feine scharfe Umfassungslinie sich abzeichnen, sowie das auch in unseren früheren Versuchen in denselben Salzlösungen der Fall war, wenn Säuren, Chlor, Jod oder Brom auf die Körperchen zu wirken anfingen. In den Blutkörperchen, wo solche Kerne im Anfange der Kohlensäurewirkung sichtbar werden, tritt wieder und zwar unmittelbar nachdem die Kerne in der erwähnten Weise deutlich wurden, unter ganz denselben Erscheinungen, wie wir sie früher beschrieben haben, die balkige Gerinnung ein. Das um den Kern zusammengezogene Coagulum erscheint auch hier am schönsten wieder beim Tritonen-Blutkörperchen in einer ausgezeichneten Sternform.

Es erscheint tingirt, ohne dass aber die Substanz des Körperchens, aus welcher sich die Gerinnung abgeschieden hat, völlig entfärbt wäre.

Die letztere erscheint vielmehr, obwohl häufig um Vieles weniger gesättigt, so doch meistens sehr deutlich gefärbt.

Die balkige Gerinnung kann sich aber auch hier, wie das bei den früher angeführten Versuchen der Fall war, aus Körperchen noch abscheiden, die in den Salzlösungen schon völlig entfärbt waren.

Nach Zutritt von Luft löst sich die balkige Gerinnung wieder auf und kehrt an den Blutkörperchen überhaupt wieder das Bild zurück, welches sie vor der Wirkung der $CO_2$ darboten.

Wenn beim Luftzutritt das Gerinnsel sich wieder löst, so verbreitet sich der gelöste Körper wieder in der Substanz des Blutkörperchens. Dieser letztere Vorgang erfolgt aber oft um Vieles langsamer, als die Lösung selbst, denn in Fällen, wo man deutlich die Ausscheidung des zum Coagulum um den Kern schrumpfenden Körpers aus der ganzen Substanz des Blutkörperchens verfolgen konnte, verschwindet zwar sofort mit dem Zutritt der Luft das stark lichtbrechende Coagulum und die Substanz des Blutkörperchens erscheint wieder glatt und homogen, wenn man aber rasch wieder $CO_2$ zutreten lässt, tritt die um den Kern sich zusammenziehende Gerinnung nur wieder in der nächsten

Umgebung des Kernes auf. Durch möglichst raschen Wechsel von Luft und $CO_2$ kann man in allen Fällen oft hinter einander die Gerinnung entstehen und wieder verschwinden lassen. Dazu ist aber nothwendig, dass die Luft frei von $CO_2$ angewendet wird. Ich habe namentlich bei den Versuchen mit Kochsalzlösung bemerkt, dass, wenn man die Vorsicht, die Luft durch Kalilauge zu leiten, unterlässt, sehr frühzeitig das balkige Gerinnsel beim Luftzutritt sich nicht wieder auflöst.

Dieser Fall, der auch bei den anderen Versuchen, aber in sehr unbestimmten Zeiträumen und nach oftmaligem Gaswechsel, und an einzelnen Blutkörperchen immer früher, als an den übrigen, eintritt, lässt sich eben sichtlich hinausschieben, wenn man ganz reine Luft in den Versuchen anwendet.

An den HÜHNEFELDT–HENSEN'schen Bildern, welche sich in den erwähnten Salzlösungen vorfinden, beobachtet man, dass, während der an solchen Blutkörperchen immer gross erscheinende Kern unter dem Einfluss der $CO_2$ hervortritt, gleichzeitig auch die Färbung im Körperchen sich wieder diffus verbreitet, dann erst erfolgt die Ausscheidung der balkigen Gerinnung unter Erscheinungen, wie sie früher beschrieben wurden, und führt zu denselben Bildern. Luftzutritt stellt auch hier die ursprünglichen Salzbilder oft wieder her und man kann in solchen Fällen ad oculos demonstriren, was wir nach den Resultaten unserer früheren Versuche auch schon behaupten mussten, dass das HÜHNEFELDT–HENSEN'sche Sternbild seinem Wesen nach völlig verschieden von dem durch die Sternform der balkigen Gerinnung bedingten Sternbilde ist. STRICKER hat, wie man sich bei Wiederholung seiner Gaswechselversuche am gewässerten Blute leicht überzeugen kann, beide Bilder gesehen. Seinem Texte ist aber auch zu entnehmen, dass er ihre essentielle Verschiedenheit nicht erkannt hat. Da die betreffenden Stellen entscheidend dafür sind, was er sich als Leib des Blutkörperchens vorgestellt hat, so wollen wir STRICKER's Worte hier anführen. Er sagt[1]: »Auf der Verdünnungsstufe, auf welcher der Kern eben fällbar geworden ist, reagirt auch das ganze Blutkörperchen auf Kohlensäure. Es wird nämlich kugelig und kehrt nach dem Austausch dieses Gases wieder in die frühere eigenthümliche Wetzsteinform zurück, welche es auf dieser Stufe regelmässig einnimmt. Die $CO_2$ macht also aus einem wetzsteinförmigen Körperchen ohne sichtbaren Kern einen kugeligen Körper mit scharf hervortretendem höckerigen Kerne. Atmosphärische Luft stellt die Wetzsteinformen wieder her und macht den Kern unsichtbar. Man kann den Versuch mehrere Male wiederholen, ohne dass die Körperchen merklich leiden. Unter Umständen, die ich bis jetzt nicht ermessen konnte, zieht sich jedoch auf dieser oder einer wenig höheren Stufe der Verdünnung der gefärbte Leib vom Oikoid zurück und ballt sich als ein mit mehreren bis an die Peripherie reichenden Fortsätzen (? der Verfass.)[2] um den Kern herum, ein Bild, welches durch die Schilderung BRÜCKE's hinreichend bekannt ist. Das Froschblutkörperchen muss wie

1) l. c. p. 595.

2) Hier ist in STRICKER's Text ein Wort ausgefallen.

gesagt erst in ein bis zu einer nicht eng begrenzten Stufe verdünntes Medium gerathen und dann scheint eine Spur von Säure das Bild hervorzurufen. Sowie aber ein Ueberschuss von Säure zugesetzt wird, verbreitert sich der gefärbte Leib wieder, bis dessen Grenzen mit denen des Oikoid zusammenfallen. Tauscht man nun die Kohlensäure gegen atmosphärische Luft, so kehrt das alte Bild wieder.« Und auf p. 598 heisst es weiter: »Wenn der Leib aufhört in Kohlensäure verflüssigt zu werden, so folgt allerdings gleich das umgekehrte Verhalten, er zieht sich dann in Kohlensäure zusammen. Der Leib ballt sich da zu einem Klumpen oder er zieht sich wie ein strahliger Körper rings um den Kern zusammen. Wenn man sich das gebräuchliche Bild der Sonne in den Rahmen eines structurlosen Gehäuses eingezeichnet denkt, so wird dieser Zustand dadurch am Besten versinnlicht sein. An den Blutkörperchen des Triton tritt die Erscheinung leichter auf, als bei denen des Frosches. Bei den letzteren gelangen sie nur zufällig, namentlich wenn ich Kohlensäure, atmosphärische Luft und Wasserdämpfe häufig alterniren liess; das Bild gelang aber zuweilen so zierlich, dass der Kern wie von einem Büschel radienartig gestellter feinster Fäden umringt erschien.«

Wenn Stricker zur Erklärung derjenigen Bilder, welche wir als Hünefeldt–Hensen'sche Bilder bezeichnet haben, die Ausscheidung eines in $CO_2$ löslichen Körpers annimmt, so finden wir das den Thatsachen sehr entsprechend und können noch hinzufügen, dass der ausgeschiedene Körper auch unter dem Einfluss gewisser Verdünnungsgrade von anderen Säuren sich wieder gleichmässig in den Blutkörperchen vertheilt. Nur nach längerer Berührung mit den Salzlösungen und vielleicht noch unter anderen Bedingungen (s. Stricker p. 596) verliert jener Körper seine Löslichkeit in Säuren. Auch ist es sehr wahrscheinlich, dass die Ausscheidung dieses Körpers einmal in der Weise stattfinden kann, dass die ausgeschiedene Substanz eine von dem übrigen Theile der Blutkörperchensubstanz unabhängige selbständige Gestalt annimmt (Hünefeldt–Hensen'sche Bilder), während in anderen Fällen die Veränderung des Aggregatzustandes jenes Körpers ohne eine solche Trennung vor sich geht und die übrige weiche Substanz des Blutkörperchens passiv der Form der Ausscheidung sich anpasst, wodurch die in Säuren sich glättenden wulstigen, höckerigen und fleckigen Formen der Blutkörperchen entstehen. Auf diese Ausscheidung aber die Annahme eines im lebenden Blutkörperchen vorhandenen und von einem Gehäuse trennbaren Leibes zu gründen, das scheint mir nicht mehr gerechtfertigt, als wenn man den Blutkuchen den Leib des circulirenden Blutes nennen wollte.

Es scheint mir viel bezeichnender, die auf Grund der mikroskopischen Beobachtungen supponirte Ausscheidung eines Antheiles der Blutkörperchensubstanz auch als eine Gerinnung zu bezeichnen.

Liegt dem Auftreten der Hünefeldt–Hensen'schen Bilder, dem Fleckigwerden der Blutkörperchen, dem Auftreten der höckerigen und wulstigen Formen, also Bildern, die wir so oft unter ganz denselben Bedingungen neben einander beobachten, wie es wahrscheinlich ist, wirklich derselbe Process der

Ausscheidung eines Antheils der Blutkörperchensubstanz zu Grunde, welcher in $CO_2$ löslich ist, dann könnte man diesen Process als primäre Gerinnung trennen von der von jenem Vorgange völlig verschieden geformten Ausscheidung einer Substanz, die nur aus Blutkörperchen zu gewinnen ist, die in einem bis zu einem gewissen Grade verdünnten Medium sich befinden. Von jener Ausscheidung, die wir als balkige Gerinnung bezeichnet haben und welche durch fixe Säuren, durch Chlor, Jod und Brom und auch durch $CO_2$ in derselben Form zu gewinnen ist. Im letzteren Falle ist sie wie das Paraglobulin nach Austreibung der $CO_2$ mittelst Luft wieder löslich. Die Substanz, welche zu dieser Ausscheidung Veranlassung giebt, entsteht in den durch Verdünnung veränderten Blutkörperchen zuerst immer in der Umgebung des Kernes und tritt erst im weiteren Verlaufe in den vom Kerne weiter und weiter entlegenen Partieen der Blutkörperchensubstanz auf. In welcher Weise der Kern selbst an der Bildung derselben Antheil nimmt, lässt sich vorerst nicht genauer ermitteln.

Das Auftreten der primären Gerinnung sowohl, als auch das Auftreten der balkigen Gerinnnng ist mit Contractionserscheinungen verbunden,' die etwa mit der Contraction des Fibringerinnsels, aber im entferntesten nicht mit den lebendigen Formveränderungen einer Amoebe verglichen werden können. [1])

4. In den ganz entfärbten Blutkörperchen, in welchen bei unseren früheren Versuchen der aus zerstreuten Körnchen bestehende Niederschlag auftrat, erzeugt auch $CO_2$ denselben Niederschlag, beim Austausch der $CO_2$ gegen Luft wird der Niederschlag wieder gelöst, um auf $CO_2$ wieder zu erscheinen.

Mit Bezug auf die letztere Erscheinung hat man diese Ausscheidung als Paraglobulinniederschlag in den Blutkörperchen bezeichnet, es wurde aber schon angeführt, dass die vor dem körnigen Niederschlag auftretende balkige Gerinnung sich gegen $CO_2$ und Luft ganz ähnlich verhält. Ich beabsichtige aber, mich hier auf chemische Qualificationen nicht näher einzulassen. Ich kann meine Erfahrungen über die mikroskopischen Veränderungen der Blutkörperchen unter dem Einfluss der hier angeführten Reagentien nur als solche betrachten, die mir die Wege andeuten, auf welchen man versuchen könnte, zu einer besseren Kenntniss der chemischen Constitution der Blutkörperchen vorzudringen. Erst wenn wir diese einmal betreten werden, wird es uns möglich sein, in eine Kritik der chemischen Arbeiten von Hoppe, Heinsius und Anderen näher einzugehen.

## II.

Ich komme nun zu den Versuchen, welche ich mit Borsäure an den Blutkörperchen angestellt habe, um die Beziehungen der von Brücke über die Wirkungen dieser Säure gemachten Angaben zu den früher beschriebenen Säurebildern zu prüfen.

1) Vergleiche damit auch A. Rollett in Stricker's Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1869 p. 293—297.

Ich mischte Blut in der bei den früher benützten Salzlösungen angegebenen Weise mit Lösungen von zweifach borsaurem Natron von einer Concentration von 1—$\frac{1}{4}$ Grm. des wasserfreien Salzes in 100 C.-Cent. Wasser. Die Reihe der Veränderungen, welche die Blutkörperchen in diesen verschieden concentrirten Lösungen erleiden, ist im Allgemeinen die, welche wir bei den anderen Salzen beobachteten.

An der positiven Electrode sieht man die Blutkörperchen bei den höheren Concentrationen rund oder eiförmig werden und ebenso runden sich die Kerne ab. Die Substanz der Blutkörperchen scheint zu erweichen und als sehr auffallende Erscheinung zeigt sich hier, dass die Kerne aus den tief gefärbt bleibenden Blutkörperchen ausgestossen werden. Sowohl die in den Körperchen enthaltenen glatten runden Kerne, als auch die ausgestossenen Kerne erscheinen ungefärbt.

Weiterhin sieht man einzelne der Blutkörperchen sich vollständig verflüssigen und zwar entziehen sie sich dabei plötzlich den Augen des Beobachters.

Diese Erscheinungen weichen also von den Säurewirkungen in unseren früheren Versuchen ab, und der Grund für diese Abweichung scheint, wie aus später zu erwähnenden Versuchen sich ergeben wird, in dem leider noch nicht hinreichend ermittelten Verhalten des doppeltborsauren Natrons bei der Electrolyse zu liegen.

Erst in der $\frac{1}{4}$ Grm. Borax auf 100 C.-Cent. enthaltenden Lösung finden sich in grösserer Menge Blutkörperchen vor, von welchen wir an der positiven Electrode Bilder erhalten können, die in den Kreis unserer früher erwähnten Bilder sich einfügen.

In diesen wird nach Schluss des Stromes an der positiven Electrode ein grosser und glatt erscheinender Kern sichtbar und um diesen scheidet sich, aber meist nur aus den dem Kern zunächst liegenden Partieen, die balkige Gerinnung ab.

Die letztere erscheint hier besonders deutlich aus balkenartigen Zügen zusammengesetzt und besitzt das ganze Coagulum eine längliche Form, entsprechend dem früher erschienenen elliptischen Kern. Es sendet in den meisten Fällen auch bei den Blutkörperchen des Triton nur spärliche oder gar keine Strahlen nach der Peripherie und scheint sehr häufig wie zum Austritt aus der übrigen glashellen Substanz des Blutkörperchens bereit, in dieser nach einer Seite dislocirt und die Oberfläche etwas überragend. Auch hier findet man zum Unterschiede von den gleich zu erwähnenden weiteren Versuchen mit Borsäure die balkige Gerinnung sowohl, als auch die Substanz, in welcher dieselbe liegt, schliesslich völlig entfärbt.

Lässt man auf die in den Boraxlösungen befindlichen Blutkörperchen $CO_2$ einwirken, so sieht man in den concentrirten Lösungen die Blutkörperchen sich abrunden, die Kerne derselben als glänzende Körper scharf hervortreten und ein grünliches Colorit annehmen, so dass man Bilder erhält, welche die grösste Aehnlichkeit mit jenen Bildern darbieten, die man in grosser Menge

erhält, wenn man nach BRÜCKE's Vorgang Blut mit 2% Borsäurelösung mischt: die in den Boraxlösungen befindlichen Blutkörperchen, welche in Folge der Salzwirkung höckerig, runzelig oder fleckig geworden sind, geben gerade sehr geeignete Objecte ab, um sich von dem glättenden Einfluss der $CO_2$ zu überzeugen.

In den niedrigen Concentrationen der Boraxlösung treten auch in Folge der Wirkung der $CO_2$ zuerst die aufgeblähten Kerne deutlich hervor und gleichzeitig tritt eine Glättung und gleichmässige Vertheilung der Farbe auf, erst darnach scheidet sich auch hier wieder die balkige Gerinnung ab. Alle diese an den Blutkörperchen hervorzubringenden $CO_2$-Bilder werden bei Luftzutritt wieder in die alten Bilder zurückverwandelt, und zwar lässt sich dieser Versuch hier recht oft wiederholen, ehe schliesslich die Säurebilder stationär werden.

Lässt man nun Blut direct in wässerige Borsäurelösung fliessen, beschränkt man sich aber dabei nicht auf 2% Borsäurelösung, sondern wendet man diese auch mit der gleichen zwei-, drei- und vierfachen Menge Wassers verdünnt an, so sieht man hier bei steigenden Verdünnungsgraden den Erfolg der combinirten Verdünnungs- und Säurewirkung, wie er von den anderen Versuchen her bekannt ist, an den Blutkörperchen immer mehr hervortreten. Kurz es scheidet sich auch hier in Folge dieser Einwirkungen die balkige Gerinnung in ihren verschiedenen Formen und Phasen ab und zwar ist sie hier wie auch bei den zuletzt angeführten Kohlensäureversuchen wieder tingirt.

Bei den höheren Concentrationen dagegen zeigen die meisten Blutkörperchen nur kleine, scharf hervortretende, glänzende und tingirte Kerne, während die Substanz der rund oder oval gewordenen Blutkörperchen mehr oder weniger an Sättigung der Farbe eingebüsst oder ganz sich entfärbt hat.

Von dem erst bei höheren Verdünnungen durch die Säure in Form der balkigen Gerinnung abscheidbaren Körper sieht man aber in diesen Blutkörperchen noch nichts.

In der mit der vierfachen Wassermenge verdünnten 2% Borsäurelösung zeigen sich dagegen viele der Blutkörperchen völlig entfärbt mit einem glatten matt erscheinenden, etwas tingirten Kerne, ähnlich jenen ganz ausgelaugten Blutkörperchen, welche wir bei den Versuchen mit den Jodkaliumlösungen erwähnt haben.

Man kann nun noch auf alle mit den früher angeführten Salzlösungen versetzten Blutproben, also auf die in Glaubersalzlösung von 1—¼ Grm. in 100 C.-Cent. in ClNlösung von 1—⅕ Grm. auf 100 C.-Cent. in Jodkalium- und Bromkaliumlösung von 1—½ Grm. in 100 C.-Cent. und in Boraxlösung von 1—¼ Grm. in 100 C.-Cent. befindlichen Blutkörperchen Borsäure in der Weise wirken lassen, dass man zu einem bestimmten Volumen jeder solchen, die Blutkörperchen enthaltenden Salzlösung immer das gleiche Volumen einer kalt gesättigten Borsäurelösung fliessen lässt und man wird auch hier die mit dem Verdünnungsgrad wechselnden Erfolge der Säurewirkung und die geformte

Ausscheidung der balkigen Gerinnung unter analogen Erscheinungen wahrnehmen, wie bei den früheren Versuchen.

Man wird sich aber bei der nöthigen Ausdauer in allen diesen Versuchen überzeugen, dass auch die Borsäure nur eine analoge Reihe von Zersetzungsbildern an den Blutkörperchen hervorbringt, wie solche den früher von uns untersuchten Säuren und Haloiden entsprechen. Hat man sich diese Ueberzeugung aber verschafft, dann wird man auch einsehen, dass die höchst eigenthümlichen Ansichten von der Zusammensetzung der rothen Blutkörperchen der Tritonen aus einem Oikoid und Zooid, welche Brücke auf die Borsäurebilder zu stützen suchte, den ermittelten Thatsachen gegenüber nicht zu halten sind.

Schliesslich sei noch angeführt, dass auch mit bestimmten niederen Concentrationen von Chromsäure, Picrinsäure und Gerbsäure das oft erwähnte, von der balkigen Gerinnung abhängige Strahlenbild an den Blutkörperchen vom Triton namentlich leicht erhalten werden kann.

---

## Tafelerklärung A.

Fig. 1/I. Constantes Element.
Fig. 2/I. Der Gaswechsler.

---

II.

# Ueber den Bau der Aortenwand, besonders der Muskelhaut derselben.

Von

**Dr. Victor v. Ebner,**

Assistent bei der physiologischen Lehrkanzel der Universität in Graz.

Mit Taf. B. u. C. Fig. 1—17.

II.

Die folgenden Untersuchungen sollten zunächst die Frage lösen, wie die glatten Muskelfasern in der Media der Aorta angeordnet sind. Das bisher hierüber Bekannte ist dürftig und beschränkt sich so ziemlich auf die Angabe, dass in der ganzen Media zwischen elastischen Platten sich Muskelfasern gemischt mit Bindegewebe und elastischen Fasern finden, dass diese Muskelfasern in den innern Schichten der Media verkümmert, in den äusseren besser entwickelt sind und dass sie einen queren Verlauf haben. Es wurde jedoch noch wenig erörtert, wie man sich die Muskeln zwischen den elastischen Lagen angeordnet vorzustellen habe; ob sie dort zu Bündeln oder flächenartigen Schichten vereint stellenweise für sich selbständig auftreten, oder ob sie stets nur einen untergeordneten Bestandtheil des Gewebegemisches zwischen den elastischen Platten darstellen. Wie die Muskeln in dem letzteren Falle sowohl unter sich, als mit den übrigen Geweben verbunden sind, ist ebenso wenig untersucht. Die Beantwortung dieser Fragen setzt voraus, dass man im Stande sei, die nicht isolirten glatten Muskelfasern in ihrer Verbindung mit den übrigen Geweben an mikroskopischen Schnitten zu erkennen. Hier tritt uns aber die Schwierigkeit entgegen, dass die glatten Muskelfasern namentlich in dem Falle, wo sie einen so grossen Formenreichthum zeigen, wie in den Arterienhäuten, morphologisch von anderen Zellen, z. B. den Bindegewebszellen, schwer zu trennen sind, wie später noch deutlicher ersichtlich werden wird.

Als ich nach längerer Beschäftigung mit den Vorfragen an die Lösung der ursprünglich gestellten Aufgabe gehen wollte, zeigte sich, dass eine isolirte Betrachtung der Media für diesen Zweck nicht möglich sei, weil die Grenze derselben weder gegen die Intima, noch gegen die Adventitia eine scharfe ist. Ich musste daher meine Aufmerksamkeit auf sämmtliche Arterienhäute richten.

Da nun beim Studium der Intima die bekannten individuellen Verschiedenheiten die Erkenntniss des Wesentlichen, Normalen sehr erschwerten, so wurde ich auf frühere Perioden des extrauterinen Lebens zu greifen veranlasst, wo der Bau der Intima verhältnissmässig einfach ist. Aber auch für das Studium der Muskeln erwiesen sich frühere Lebensstadien als sehr vortheilhaft, weil hier die geringe Dicke der in den interlamellären Schichten vorkommenden elastischen Fasern und die Zartheit der elastischen Lamellen selbst die Erkenntniss der zelligen Elemente wesentlich erleichtert. Durch diese Studien ergaben sich ferner einige nicht unwesentliche Erfahrungen über die Entwicklung der Gewebe der Arterienwand, die weiter zurück zu verfolgen ich für diesmal unterlassen habe. Die nicht unbeträchtliche Aenderung, welche der feinere Bau der Arterien auf verhältnissmässig kurze Strecken erleidet, liess es mir gerathen erscheinen, vorerst einen beschränkten Bezirk der Aorta für diese Untersuchungen zu benutzen. Ich erwählte mir die Stelle des arteriellen Hauptstammes, wo derselbe auf eine grössere Strecke weder durch Abgabe grosser Aeste, noch durch eine auffallende Aenderung der Verlaufsrichtung ausgezeichnet ist: nämlich die Aorta thoracica descendens, und zog nur gelegentlich andere Stellen des Arteriensystems in den Bereich der Untersuchung.

## I. Methoden.

Für die Untersuchung der zelligen Elemente der Media war es vor Allem wichtig, dieselben durch chemische Mittel isoliren zu können, da man durch mechanische Isolation nur wenige und selten intacte Zellen gewinnen kann. Ausserdem war es wünschenswerth, ein derartiges Isolationsmittel zu finden, das gleichzeitig die durch starke Entwicklung und Mannichfaltigkeit der Formen lästigen und zu Täuschungen Anlass gebenden elastischen Gebilde zerstört. Ein solches Mittel fand ich in dem schon vielfach für die Untersuchung der Muskeln mit Glück angewandten Schultze'schen Reagens, das ich nur für meine Zwecke etwas modifizirte. Für die Isolation der Faserzellen der Aorta erwies sich nämlich die concentrirte Salpetersäure als unbrauchbar. Ich musste mich einer verhältnissmässig schwachen Säure bedienen, und fand Säuregrade zwischen 10—20% als die günstigsten. Wendet man starke Säure an, so wird das elastische Gewebe nicht mit Erhaltung der Faserzellen aufgelöst, sondern das ganze Aortenstück verwandelt sich nach einigen Tagen in eine breiig-weiche, fadenziehende Masse, in der die Gewebeelemente nicht mehr zu erkennen sind. Gewöhnlich bediene ich mich einer Säure von nahe 20% (spez. Gew. 1.14) und verfahre folgendermassen: Auf den Boden eines Glasgefässes wird gepulvertes $KO . ClO_5$ gebracht, dann das möglichst frische Aortenstück darauf gelegt und vollständig mit gepulvertem $KO . ClO_5$ überdeckt und hierauf die Säure an der Wand des Glases vorsichtig herabgegossen, um das eingelegte Stück nicht aus seiner Lage zu bringen. Die Säure wird in solcher Menge zugesetzt, dass ihr Volum das des Salzpulvers etwa fünf- bis sechsmal über-

trifft, worauf das Glas an einen kühlen vor der Sonne geschützten Ort gestellt wird. Ist die Einwirkung des Reagens von Erfolg, so nimmt das Aortenstück eine gelbliche Farbe und ein blasses, halb durchscheinendes Ansehen an und zerfällt bei leiser Berührung in flockige Stücke. Sind diese Kennzeichen vorhanden, was aber gewöhnlich erst nach 10—14 Tagen der Fall ist, so werden die Stücke aus der Flüssigkeit gehoben und mit vielem destillirten Wasser gut ausgewaschen. Aus den Stücken lassen sich nun durch Schütteln mit Wasser in einer Eprouvette, oder besser durch vorsichtiges Abspalten auf dem Objektträger Präparate gewinnen, in denen zahlreiche isolirte Zellen zu finden sind. Von elastischem Gewebe ist nichts mehr zu erkennen; nur einzelne unregelmässige Trümmer und Körnerhaufen können als Reste desselben angesehen werden. Die Zellen erscheinen in der Regel platt, blass, schwach glänzend, haben meist einen deutlichen Contour, einen blassen körnigen Kern, der gut contourirt erscheint. Sehr häufig sind die Zellen verbogen; oft sieht man sie mit verschwommenen Contouren, wie von anhängenden Flocken verunreinigt, stellenweise auch mit groben stark glänzenden Körnern versehen und mit undeutlichen Kernen. Dies zeigt dann eine zu starke Wirkung des Reagens an, denn schliesslich, nach 14—20 Tagen, werden auch die Zellen angegriffen und man isolirt dann aus der Aorta nur mehr Körnerhaufen, grobkörnige stark lichtbrechende Schollen und Fetzen, die hie und da eine Streifung zeigen; sucht aber vergeblich nach unverkennbaren Zellen.

Das angegebene Isolationsverfahren gelingt leicht mit frisch von Thieren entnommenen Aorten; so mit der des Schweines, des Ochsen, des Hundes. Beim Menschen hatte ich häufig keinen günstigen Erfolg. Dies betrifft namentlich die Aorten älterer Individuen, bei denen sich übrigens auch durch die später zu erwähnenden Tinktionsmethoden nur wenige zellige Elemente nachweisen lassen. Bei der Menschen-Aorta geschieht es nicht selten, dass keine Muskeln mehr nachzuweisen sind, während das elastische Gewebe noch nicht zerstört ist. In diesem Falle nimmt das Aortenstück auch niemals das halbdurchscheinende, gelbliche Aussehen an, das ich früher als für einen günstigen Erfolg charakteristisch angab, sondern das Aortenstück bleibt matt weiss und zerfällt bei Berührung in krümelige Trümmer, aber nicht in Flocken. Hatte ich beim Menschen günstigen Erfolg, so waren die Muskeln doch stets schlechter erhalten, als die der Thiere. Das erstere wie das letztere scheint mit dem grösseren oder geringeren Grade von Frische zusammenzuhängen, den die Muskeln des untersuchten Aortenstückes noch bewahrt haben. Eine leichte Isolirung der zelligen Elemente der Media gelingt auch mit Säuren von geringerem Prozentgehalt (10—15%). Wenn hiebei auch die Faserzellen eben so gut, ja oft besser, erhalten bleiben, als bei Einwirkung stärkerer Säuren, so gelingt doch die Zerstörung des elastischen Gewebes nie so vollkommen, wie mit Säuren von 15—20%. Es ist noch zu erwähnen, dass die isolirten Zellen von gewissen Reagentien sehr leicht zerstört werden. So lösen sehr verdünnte Natronlauge, Ammoniak, 1/4 proc. Lösung von kohlensaurem Natron, einpro-

centige Kochsalzlösung die Faserzellen sehr bald auf, während sie in verdünnter Essigsäure, dreibasischer Phosphorsäure, gesättigter Kochsalzlösung und in destillirtem Wasser sich einige Zeit erhalten. In Alkohol schrumpfen die Zellen etwas; doch konnte ich nach Monaten noch aus in Alkohol bewahrten Stücken brauchbare Präparate gewinnen,

Bevor ich diesen Gegenstand verlasse, muss ich noch einiger Beobachtungen gedenken, welche die successiven Veränderungen des elastischen Gewebes durch $KO . ClO_5$ und 20prozentige Salpetersäure betreffen. Zu den in dieser Beziehung angestellten Versuchen wurde das Nackenband des Ochsen benützt. Unterwirft man ein Stück desselben der früher beschriebenen Behandlung, so bemerkt man nach 24 Stunden nichts als ein ausgesprochenes Abblassen der Fasern. Ob die Fasern gleichzeitig aufquellen, vermag ich nicht zu sagen. Nach ungefähr 48 Stunden ist das Nackenband gallertartig und durchsichtig geworden. Unter dem Mikroskope bemerkt man, dass die elastischen Fasern in zwei Substanzen sich gesondert haben. Man sieht nämlich jetzt eine blasse, das Licht nur wenig stärker als Wasser brechende Substanz, in welche dünne Streifen einer stark glänzenden Substanz eingetragen sind. Bei genauerem Zusehen bekommt man den Eindruck, als ob aus der blassen Substanz bestehende Fasern von einem Mantel der stark lichtbrechenden Substanz umhüllt seien, dass aber dieser Mantel nicht gleichmässig die blasse Faser umgebe, sondern stellenweise unterbrochen, stellenweise verdickt sei. Controllirt man dieses Bild durch dünne Querschnitte des getrockneten Nackenbandes, die man derselben Prozedur unterzieht, so sieht man in der That nach 2 Tagen statt der homogenen, glänzenden Faserquerschnitte blasse Kreise von starkglänzenden doppeltkontourirten Ringen eingeschlossen. Diese Ringe sind manchmal vollständig geschlossen, häufig aber unterbrochen und an verschiedenen Stellen ungleich dick. Bei noch längerer Einwirkung des Reagens bleibt schliesslich von dem Nackenbande nichts mehr übrig, als einige kleine Flocken blasser Substanz, in denen glänzende Körner und Streifchen zu sehen sind; ausserdem verschieden lange, nicht selten ästige Bruchstücke von Gefässen, wie sie auch in der Aorta nach Zerstörung des elastischen Gewebes sich finden. An diesen Gefässen ist die Struktur der Wand nicht mehr deutlich und sie sind nur dadurch als Gefässe charakterisirt, dass sie mit runden blassen Scheibchen von der Grösse der rothen Blutkörperchen vollgepfropft sind.

Diese Erfahrungen weisen auf eine Ungleichmässigkeit der Axen- und Randtheile der elastischen Fasern hin, welche, wie bekannt, auch schon auf Grund anderer Beobachtungen behauptet wurde. Es ist noch zu erwähnen, dass die elastischen Fasern des Nackenbandes schneller vom Reagens angegriffen werden, als das elastische Gewebe der Aorta. Legt man ein Stück Nackenband ungefähr von der Dicke der menschlichen Aortenwand ein, so ist es nach 5 Tagen bereits aufgelöst.

Gute Tinktionsmethoden sind für die Untersuchung der Aorta von beson-

derem Werthe. Carmin, mit dem die elastischen Gewebe sich nur schwer färben, ist sehr brauchbar. An getrockneten, vorher in der von E. Schwarz [1]) empfohlenen Mischung gekochten Aorten färben sich durch sehr verdünnte neutrale Carminlösung die Kerne der Muskelfasern und das Bindegewebe ziemlich stark. Die doppelte Tinktion mit Carmin und Pikrinsäure leistet bei Untersuchung der Aorta wenig, da sich das elastische Gewebe gelb färbt; wenn auch in einer etwas blässeren Nuance als die Muskelfasern; doch ist diese Methode zweckmässig, um sich über das Vorkommen von faserigem Bindegewebe oder vielmehr jener Substanzen, welche sich, abgesehen von den Muskelkernen, gleich dem faserigen Bindegewebe roth färben, zu orientiren. Es handelt sich bei der überwiegenden Rolle, welche das elastische Gewebe spielt, Mittel zu finden, welche die Muskeln und elastischen Gebilde nicht zugleich färben. Neben dem Carmin empfiehlt sich besonders die Lösung vom Blauholzextrakt, welche nach der Angabe von Eberth [2]) bereitet ist. Es färben sich in derselben die Muskelkerne, wie überhaupt die Kerngebilde intensiv blau, die Substanz der Muskelzellen erscheint schmutzig blaugrau, das faserige Bindegewebe bleibt fast ungefärbt, während das elastische Gewebe selbst aus ziemlich konzentrirten Lösungen keine Farbe aufnimmt. Die starke Färbung der Kerne an Präparaten, die aus Müller'scher Flüssigkeit stammen, begründet einen Vorzug vor der mehr gleichmäsigen Carminfärbung, dazu kommt noch, dass das Bindegewebe, das sich mit Carmin stark färbt, in der Hämatoxylinlösung ziemlich blass bleibt.

Für die Tinktion des elastischen Gewebes eignen sich einige lösliche Anilinfarben. Diess gilt besonders vom Fuchsin. Schon in äusserst verdünnten, eben noch roth gefärbten Fuchsinlösungen färben sich vor Allem die elastischen Platten sehr intensiv; am besten an frischen oder gekochten Präparaten, doch auch an solchen, die in $KO . 2CrO_3$ oder in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrt wurden. Um die elastischen Fasern intensiver zu färben, bedarf man schon stärkerer Fuchsinlösungen. Es ist übrigens zu bemerken, dass das elastische Gewebe bei jugendlichen Individuen sich viel schwerer mit Fuchsin, dagegen leichter mit Carmin färbt, als bei Erwachsenen. Die Färbung der Muskeln und des Bindegewebes tritt erst bei starker Concentration der Fuchsinlösung auf. Färbt man Aortenschnitte erst mit Hämatoxylin, dann mit Fuchsin, so erhält man sehr brauchbare, wenn auch vergängliche Präparate, an denen die Muskeln schmutzig blaugrau, die Muskelkerne blau, das Bindegewebe bläulich weiss, die elastischen Platten dunkel roth, die elastischen Fasern blässer roth erscheinen. Leider vertragen sich die Farben dieser Doppeltinktionspräparate schlecht mit einander; ein wie Fuchsin wirkender gelber Farbstoff wäre sehr wünschenswerth. Pikrinsäure kann hier Fuchsin nicht ersetzen, weil sich durch dieselbe an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit und $KO . 2CrO_3$, die

1) Wiener Sitzungsber. d. k. Akad. Bd. LV. 1867.

2) Frey: Das Mikroskop etc. 1868. p. 83.

ich hier vorzüglich im Auge habe, Alles gleichmässig gelb färbt, so dass auch die früher durch Hämatoxylin erzeugte blaue Färbung theilweise verdeckt und undeutlich wird und nur mehr die Muskelkerne als blaue Flecke in dem gleichmässig gelben Grunde erscheinen.

Von andern Anilinfarben versuchte ich noch das lösliche Blau und das lösliche Violett. Das erstere, durch seine prachtvolle, lebhafte Farbe sehr einladend, erwies sich für meine Zwecke als unbrauchbar; alle Gewebe färbten sich damit rasch und gleichmässig. Das Violett zeigte ein ähnliches Verhalten wie Fuchsin, doch war die starke Färbung der elastischen Platten weniger ausgesprochen.

## II. Die zelligen Elemente der Aortenwand.

Bevor ich auf die Anordnung der Gewebe in der Aortenwand eingehe, will ich Einiges über die Gewebeelemente selbst vorausschicken. Was die Zellen betrifft, so können wir zunächst zweierlei Formen unterscheiden, die jedoch nicht scharf von einander zu trennen sind.

1. Zellen, die durch einen entweder glatten oder feinkörnigen, meist in einer Richtung vorwiegend entwickelten Zellenleib und einen rundlichen, ovalen, häufig stäbchenförmigen, mehr weniger deutlichen Kern sich charakterisiren.

2. Körnige Zellen, die theils rundlich, theils spindel- und sternförmig sind und in den letztern Fällen häufig durch die Länge und fadenförmige Dünnheit ihrer Fortsätze ausgezeichnet sind.

Die erste Gruppe der Zellen umfasst die Epithelzellen, ferner die Mehrzahl der in der Aortenmedia vorkommenden Zellen. Doch finden sich unter den letzteren so verschiedengestaltete Formen, dass eine scharfe morphologische Sonderung derselben nicht möglich ist, und es vorderhand geboten scheint, von einer Unterscheidung von Muskel- und Bindegewebszellen in der Aortenmedia abzusehen. Wenn ich daher im Folgenden von den Muskelzellen spreche, so ist dieser Ausdruck aus dem eben angeführten Grunde nicht völlig gerechtfertigt.

Das Aortenepithel besteht aus in der Richtung des Gefässes verlängerten, glatten Zellen, die entweder rhombisch zugespitzt oder aber sehr unregelmässig gestaltet sind, was man am besten an dem mit Silber gefärbten Epithel sehen kann. Ich verweise in dieser Beziehung auf die Abbildung Fig. 1, wo man neben in Grösse und Form sehr abweichenden Epithelzellen auch jene Gebilde bemerken kann, die man anderwärts als Schaltplättchen beschrieben hat.

Isolirt man die Epithelzellen der frischen Aorta in Humor aqueus oder in $^1/_2$prozentiger Kochsalzlösung, so überzeugt man sich, dass die blasse Substanz derselben glatt ist, und dass sie einen meist deutlichen längsovalen Kern enthalten, der mattglänzend ist und fast immer einige Körnchen enthält. Wo der Kern liegt, ist die faserartige Zelle etwas verdickt, während sie gegen die En-

den hin ganz platt wird. Diese Enden sind oft so verdreht, dass sie mit den Kanten nach oben sehen, wodurch der Anschein entsteht, als ginge von dem Mittelstücke der Zelle eine stark glänzende Faser ab, was schon Henle[1]) bemerkt hat. Behandelt man die Zellen mit verdünnter Essigsäure, so quillt die Zellsubstanz alsbald auf, wird blass und fast unsichtbar; der urspünglich matt glänzende ovale Kern wird häufig rundlich, an seinem Rande sammelt sich eine stark lichtbrechende Substanz, wodurch er scharf kontourirt wird, während im Inneren mehr weniger stark lichtbrechende grössere und kleinere Körner auftreten. Behandelt man eine solche durch Essigsäure veränderte Epithelzelle nun mit verdünnter Natronlauge, so schrumpft die Zellsubstanz zusammen, wird wieder deutlich sichtbar, während gleichzeitig die Körnchen im Kerne verschwinden. Es giebt dann einen Moment, wo die Epithelzelle fast wie frisch aussieht. Bald tritt aber durch das Alkali eine weitere Veränderung ein, die Zellsubstanz wird wieder blass, fast bis zur Unsichtbarkeit, gleichzeitig wird der Kern, wenn er nicht schon durch Essigsäure seine Form änderte, rundlich, quillt dann stark auf und verschwindet schliesslich ganz.

Wenden wir uns nun zu den Zellen, welche in den Schichten zwischen den elastischen Platten der Aorta sich finden und im Allgemeinen glatten Muskelzellen ähnlich sind. Um diese Gebilde zu untersuchen, kann man entweder ein Stück der mittlern Aortenhaut zerfasern, oder besser Flächenschnitte von der frischen Aorta anfertigen. Bringt man einen solchen Flächenschnitt unmittelbar vom Messer auf den Objektträger, so bemerkt man neben dem Schnitte theils wohlerhaltene, theils wie abgebrochen aussehende Muskelfasern. Der Schnitt selbst aber zeigt gewöhnlich an seinem Rande mehr weniger lange Stücke halb isolirter Muskelfasern. Diese letzteren sind besonders geeignet für das Studium der Wirkung von Reagentien, weil die durch Zusatz einer Flüssigkeit erzeugte Strömung dieselben nicht so leicht mit sich fortreisst. Die isolirten meist ausgesprochen platten Muskelzellen erscheinen glatt, manchmal, namentlich an weniger frischen Präparaten, feinkörnig. Der Kern ist gewöhnlich gut zu sehen, glatt, mattglänzend, mit blassem mehr weniger deutlichem Contour und enthält nicht selten mehrere Körnchen. Liegen die Fasern ganz oder theilweise auf der Kante, so erscheinen sie nur wenig blässer als elastische Fasern. Der Kern ist dann meist gar nicht oder nur sehr undeutlich sichtbar. Durchmustern wir die Muskelzellen, so finden wir unter denselben Formen, auf welche die oben gegebene Beschreibung der Epithelzellen genau passt und die wir unbedingt für Epithelzellen halten müssten, wenn wir nicht durch vorheriges Entfernen der innern Aortenschichten uns vor einer Verunreinigung durch Epithelzellen geschützt hätten. Daneben gibt es aber auch Zellen, die sich einigermassen von den Epithelzellen unterscheiden. Es sind dies Fasern, die durch die häufig exquisite Stabform des Kernes und durch dessen grössere Resistenz gegen Reagentien ausgezeichnet sind. Behandelt man eine solche

1) Allgem. Anatomie p. 494 u. Taf. I. Fig. 2.

Faser, bei der der Kern häufig vollständig glatt erscheint, mit Essigsäure, so treten im Ganzen dieselben Veränderungen ein, wie wir sie an den Epithelzellen kennen gelernt haben; man bemerkt jedoch nicht, dass die Kerne, wie es bei den Epithelzellen geschieht, rundlich werden. Setzt man zu den durch Essigsäure veränderten Präparaten Natronlauge zu, so quillt der Kern bei diesen Zellen nicht auf, sondern löst sich, nachdem er vorher fast glatt geworden, von der Peripherie her auf. Einmal beobachtete ich wie bei raschem Zuströmen der Natronlauge der Kern mit einem Ruck aus der schrumpfenden Zelle sich loslöste, so dass man einen Augenblick, ehe die Einwirkung des Reagens weiterschritt, in der Muskelfaser eine Höhle sehen konnte, in der der Kern gelegen hatte. Mit diesen Erfahrungen ist die Thatsache in Einklang, dass man nicht selten isolirte Muskelkerne durch mechanische Isolation erhalten kann, worauf schon MAX SCHULTZE[1]) aufmerksam machte.

Wenn das Angeführte dafür spricht, dass der Kern der Muskelzelle ein viel festeres Gebilde ist als der Kern der Epithelzelle, so ist dagegen zu bemerken, dass die erwähnten Charaktere nur einem Theil der Muskelfasern zukommen, während andere mit den Epithelzellen völlig übereinstimmen, wieder andere nicht zu bestimmende Uebergangsstufen darstellen. Das Gesagte gilt überdiess nur für den ausgewachsenen Organismus. Untersucht man die Muskelzellen aus den Aorten von Kindern und jungen Thieren, so wird man von einer grösseren Resistenz und eigenthümlichen Form der Muskelkerne wenig bemerken.

Es ist hier der Ort, noch etwas näher auf die verschiedenen Formen der Muskelzellen und ihrer Kerne einzugehen. Bei Kindern lassen sich aus Aorten, die 2—3 Tage in MÜLLER'scher Flüssigkeit lagen, leicht zahlreiche Zellen durch Zerfasern isoliren, auf die ich noch zurückkommen werde. Wo das elastische Gewebe stark entwickelt ist, wie bei erwachsenen Menschen und Thieren, kann man durch die früher beschriebene chemische Isolationsmethode zahlreiche, von fremden Beimengungen fast freie Muskeln zur Ansicht bekommen. Ein Theil der Muskelzellen erscheint in Gestalt regelmässiger, nach beiden Enden verschmälerter Fasern mit längsovalen oder ausgesprochen stäbchenförmigen Kernen; kurz bietet das gewöhnliche Aussehen glatter Muskelfasern. Häufig sind die Fasern ausgesprochen platt und haben, wie das früher von den Epithelzellen erwähnt wurde, eine grosse Neigung sich zu verdrehen, oder sich auf die Kante zu legen, wodurch häufig der optische Eindruck entsteht, als setze sich eine Muskelzelle in eine elastische Faser fort. Andere Zellen sind von den beschriebenen dadurch unterschieden, dass der Kern von der Mitte der Faser weit entfernt liegt, oder dadurch, dass die Faser gabelig sich theilt oder verschiedene Fortsätze abschickt, kurz die mannigfaltigsten Formen annimmt (Fig. 2 und 3). Bezüglich der Kerne gibt es Uebergänge von stabförmigen zu völlig runden. Auch bisquitförmige Kerne kommen vor. Neben diesen

1) De arteriarum notione etc. Gryphiae 1850. (Tab. III. Fig. 4, a).

verschieden gestalteten, aber einkernigen Fasern kommen nun auch solche vor, die zwei und mehr Kerne zeigen. Sind nun diese mehrkernigen Formen mit mehreren Aesten und Fortsätzen versehen, so dass den einzelnen Aesten Kerne entsprechen, so sehen wir endlich wahre Anastomosen von Muskelfasern, wie ich sie in Fig. 2, *i*—*n* vom Schweine und Fig. 3, *b* u. *c* vom Ochsen abgebildet habe. Diese Anastomosen kommen, wie ich glaube, in sehr ausgedehnter Weise vor, so dass dadurch wahre Muskelnetze, ähnlich wie diess von den quergestreiften Muskeln des Herzens bekannt ist, zu Stande kommen. Begreiflicher Weise ist es sehr schwierig, sich bestimmt von der anastomotischen Verbindung der Fasern zu überzeugen. Es kann diess mit einiger Sicherheit nur an kleinen, ganz frei liegenden Stücken, die sich vollkommen übersehen lassen und an denen jede Stelle der Verbindung mit starken Vergrösserungen untersucht werden kann, geschehen.

Bezüglich der in Fig. 2, *i*—*m* und Fig. 3, *b* u. *c* abgebildeten Präparate habe ich die volle Ueberzeugung, dass hier wahre Anastomosen vorhanden sind. Selbst mit starken Vergrösserungen (Zeiss, Syst. F) konnte man keine Trennungsspur bemerken und vorsichtiges Stossen auf das Deckglas, um die Fasern in Bewegung zu bringen, diente zur weiteren Kontrolle, dass nicht ein zufälliges Zusammenkleben stattfand. Von dem in Fig. 2, *n* möglichst treu nach der Natur gezeichneten Präparate kann ich nicht behaupten, dass ich von allen dort gezeichneten Anastomosen überzeugt bin, weil das theilweise Uebereinanderliegen der Fasern die Deutlichkeit des Bildes beeinträchtigte. Ich habe es nur gezeichnet, um den Eindruck wiederzugeben, den in grösserer Ausdehnung anastomotisch verbundene Muskelfasern machen. Von den erwähnten Anastomosen habe ich mich übrigens auch an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit überzeugt, ja die erste Anastomose, die mir überhaupt auffiel, betraf die Längsmuskelschichte der Intima einer in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrten Carotis communis des Hundes. In Fig. 4 ist eine Muskelanastomose aus der ebenfalls mit Müller'scher Flüssigkeit behandelten Aorta eines 4jährigen Kindes abgebildet. Die anastomotischen Verbindungen der Muskelfasern machen es erklärlich, dass man aus den grossen Arterien durch Zerfasern so häufig ganz unregelmässige eckige und zackige, wie abgebrochen aussehende Plättchen erhält, auf die Kölliker[1]) schon bei seinen ersten Untersuchungen der glatten Muskelfasern aufmerksam machte.

Die zweite Art der in den grossen Arterien vorhandenen Zellen — Bindegewebszellen im engeren Sinne — ist zuerst von Langhans[2]) in der Intima der Aorta nachgewiesen worden. Ich habe der ausführlichen mit Abbildungen erläuterten Beschreibung der spindel- und sternförmigen Zellen, die der genannte Forscher gibt, nurwenig hinzuzufügen. Das körnige Aussehen, die Länge und Dünnheit der nicht selten anastomosirenden Fortsätze, der im

---

1) Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. I. p. 79.

2) Virchow's Arch. Bd. XXXVI. p. 187.

Verhältnisse zum Zellenleibe grosse Kern charakterisiren diese Gebilde als Zellen, wie sie auch in reinem Bindegewebe sich finden. Das Verhalten gegen Reagentien habe ich nicht geprüft, da diese Zellen in frischem Zustande in den streifigen, faserigen Lagen, in welche sie eingebettet sind, sich nur schwer erkennen und wohl nicht leicht isoliren lassen.

Wie Langhans habe ich an mit Carmin imbibirten Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit die meisten Untersuchungen gemacht. Ich bediente mich übrigens neben den Flächenschnitten auch der ältern Methode des Abziehens dünner Schichten mittelst der Pincette, weil man auf diese Weise auf weitere Strecken eine und dieselbe Gewebeschicht erhalten kann. An so gewonnenen Präparaten konnte ich ausser beim erwachsenen Menschen in der Aortenintima eines 8 Wochen alten Kindes mich von dem Vorkommen von sternförmigen Bindegewebszellen überzeugen; ebenso gelang es mir bei einigen Thieren, nämlich beim Schafe und Ochsen (Fig. 5), sternförmige Zellen nachzuweisen. Beim neugebornen Kinde gelang mir diess bisher nicht.

Es ist hier der Ort, auch der Bilder zu gedenken, die man durch Behandlung der Aorta durch salpetersaures Silberoxyd erhält. Legt man, wie Langhans, die Aorta durch mehrere Stunden oder einen Tag in die Silberlösung, so wird man fast regelmässig die schönen sternförmigen, hellen Figuren in dem braungefärbten Grunde der Intima finden. Solche sternförmige Figuren fand ich auch unter dem Epithel des 8 Wochen alten Kindes prachtvoll entwickelt, und selbst, wenn auch weniger ausgeprägt, beim neugebornen Kinde. Langhans spricht sich für die Zellennatur der fraglichen hellen Figuren aus. Durch Schweigger-Seidel [1]) wissen wir aber, dass manche subepitheliale Silberzeichnungen in gewisser Beziehung unabhängig von Zellen sind, und ich glaube, dass die Annahme, die an Carminpräparaten sichtbaren Sternzellen seien durchaus identisch mit den weissen ästigen Figuren der Silberzeichnung, nichts weniger als ausgemacht ist. In den sternförmigen Figuren der Silberzeichnung durch nachträgliche Carmintinktion Kerne nachzuweisen, gelang mir beim Kinde nicht.

Neben spindel- und sternförmigen Zellen finden sich in der Intima regelmässig auch rundliche Gebilde, die zum Theil wie weisse Blutkörperchen aussehen. Langhans vindicirt diesen Gebilden eine mehr pathologische Rolle; es ist jedoch bemerkenswerth, dass man rundliche Zellen auch in der Intima von Kindern und Thieren antrifft, wo der Nachweis von Sternzellen nicht gelingt.

Was das Vorkommen von Bindegewebszellen in der Aortenmedia betrifft, so kann ich hierüber, wie ich schon bemerkte, nichts Bestimmtes sagen. Zerfasert man die Aorta eines Kindes, die in Müller'scher Flüssigkeit oder in chromsaurem Kali gelegen hat, so isolirt man leicht verschieden gestaltete spindelförmige oder ästige Zellen mit rundlichen oder ovalen Kernen. Es ist schwer

---

1) Berichte der kön. sächs. Gesellschaft der Wissensch. Mathem. phys. Classe. 1866. pag. 329.

zu sagen, welche dieser Zellen dem Bindegewebe angehören. Das körnige Aussehen kommt namentlich bei jungen Individuen auch den Zellen zu, die man der Form nach für Muskeln halten muss, ebenso wenig kann nach dem Früheren der Nachweis von mehreren Fortsätzen über die Natur der Zellen aufklären. Lange fadendünne Ausläufer bleiben beim Zerfasern nicht erhalten. Am wahrscheinlichsten scheinen mir jene Zellen zum Bindegewebe zu gehören, deren Zellenleib im Verhältniss zum Kerne sehr schwach entwickelt ist. Fig. 6 stellt Zellen aus der Media der Kinderaorta dar, *a—f* sind wahrscheinlich Muskelzellen, *g* u. *h* möglicher Weise Bindegewebszellen.

Dass übrigens Bindegewebszellen in der Aortenmedia wirklich vorkommen, ist kaum zu bezweifeln, da faseriges Bindegewebe wenigstens beim Kinde und bei Thieren in allen Schichten zu finden ist.

## III. Elastisches Gewebe und Bindegewebe.

Wenden wir uns jetzt zu den Geweben, an denen eine zellige Natur oder die Abstammung von Zellen im fertigen Organismus nicht mehr zu erkennen ist, so nimmt das in den grossen Arterien mächtig entwickelte elastische Gewebe zunächst unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Man kann dasselbe als faseriges und flächenhaft-ausgebreitetes elastisches Gewebe unterscheiden, welche beide Formen morphologisch in einander übergehen. Das erstere umfasst die mehr vereinzelt vorkommenden elastischen Fasern, wie sie im Bindegewebe der Adventitia sich finden, ferner die netzförmig zwischen den Muskeln in verschiedenen Richtungen laufenden Faserbündel, endlich als Uebergangsform die mehr flächenhaft ausgebreiteten Fasernetze, die einerseits, wenn die Fasern sehr breit und die durch die zahlreichen Anastomosen gebildeten Maschen eng werden, einen Uebergang zur gefensterten Membran, andrerseits, wenn die Fasern sehr dünn und dicht aneinander gedrängt sind, einen Uebergang zu den homogenen oder streifigen Häuten herstellen. Dass die verschiedenen morphologischen Uebergangsformen des elastischen Gewebes auch immer genetisch mit einander zusammenhängen, ist nicht anzunehmen; so ist es, wie wir sehen werden, z. B. nicht wahrscheinlich, dass die gefensterten Membranen, wie M. Schultze[1]) wollte, aus elastischen Fasernetzen hervorgehen.

Ohne in eine weitläufige Betrachtung des elastischen Gewebes einzugehen, begnüge ich mich, einige Bemerkungen über die elastischen Platten und die sogenannten streifigen Häute der Intima mitzutheilen. Durch die ganze Muskelhaut der Aorta finden sich in ziemlich regelmässigen Abständen Schichten von flächenhaft ausgebreitetem elastischem Gewebe, welche die einzelnen mit Bindegewebe und elastischen Fasern gemischten Muskelstrata von einander trennen. Donders und Jansen[2]) haben diesen elastischen Lamellen zuerst

1) l. c. p. 13, 15 u. 56.

2) Archiv f. physiol. Heilk. Bd. VII. p. 392.

grössere Aufmerksamkeit geschenkt. Sie erscheinen entweder in Form von fast homogenen Platten, die durch aufsitzende Fasern streifig erscheinen, oder aber als gefensterte Membranen, an denen theils eine Faserung gar nicht erkennbar ist, theils aber eine Zusammensetzung aus breiten, meist quer- seltener längslaufenden Fasern bemerkbar ist. Nicht selten treten an Stelle dieser gefensterten Membranen, vorzüglich an der Grenze gegen die Adventitia eigentliche elastische Netze auf. Die elastischen Lamellen sind häufig unterbrochen, sie gehen durch elastische Fasern und Muskeln, welche sich an ihren Rand ansetzen, in die interlamellären Schichten über (vergl. Fig. 9). Es verdient noch bemerkt zu werden, dass die gefensterten Membranen im Innern der Aorta sich meist durch geringere Dicke, grössere Unebenheit und kleinere Löcher von den gefensterten Häuten unterscheiden, welche an mittleren Arterien die Grenze der Intima darstellen.

In neuester Zeit hat His [1]) die schon früher von Leydig vertretene Ansicht näher ausgeführt und begründet, dass unter dem Begriffe elastisches Gewebe eine Reihe von Bildungen zusammengefasst werden, die genetisch von ganz verschiedener Bedeutung seien. Er glaubt daher, dass man in Zukunft das elastische Gewebe als selbständige Gewebsgruppe nicht mehr festhalten und dafür nur von einer elastischen Metamorphose gewisser Gewebe reden werde. Indem His die Verhältnisse, unter denen die elastische Substanz auftritt, einer nähern Betrachtung unterzieht, weist er darauf hin, dass es namentlich die glatten Muskeln seien, die unter gewissen Bedingungen eine elastische Metamorphose eingehen. Ausser für die Follikelwand des Eierstockes, wo His die Umwandlung der Spindelzellen (Muskelzellen) in streifige, elastische Lamellen direkt verfolgte [2]), nimmt derselbe auch für die grossen Gefässe eine elastische Metamorphose der Muskelzellen an, wobei er sich jedoch nur auf allgemeine vergleichend-anatomische und embryologische Betrachtungen stützt. Im Folgenden glaube ich Einiges vorbringen zu können, was die Annahme eines genetischen Zusammenhanges zwischen gefensterten Membranen und glatten Muskeln sehr wahrscheinlich macht.

Untersucht man die Aorta junger Individuen, so gelingt es leicht, ausgedehntere Strecken gefensterter Membranen zu isoliren. Zerfasert man mässig dünne, mit Blauholzextrakt imbibirte Querschnitte einer in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrten Kinderaorta, so wird man nach einigem Suchen auf Stellen treffen, wo in ganz freiliegenden Stücken einer elastischen Lamelle Kerne zu sehen sind, oder wo Muskelzellen mit einer gefensterten Membran theilweise verschmolzen sind. Statt einer weiteren Beschreibung dieser Verhältnisse, erlaube ich mir auf die Abbildungen: Fig. 7, 8, 9 und 10 zu verweisen, welche sämmtlich nach Präparaten von der Aorta eines neugebornen Kindes gezeichnet sind. Fig. 7 stellt eine ziemlich homogene elastische Platte dar, an der zahl-

---

1) Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868. p. 207.
2) l. c. p. 23.

reiche kleine Löcher und Unebenheiten, ferner Stellen, wo elastische Fasern sich ansetzten, bemerkbar sind. Mitten in der Platte bemerkt man ein ovales fast rundliches Gebilde, das stark blau gefärbt war und das gewöhnliche körnige Aussehen eines Kernes zeigte (Fig. 7, *a*). Rechts und links finden wir Lücken, nach rückwärts ist auf einer Seite eine Strecke weit ein undeutlicher Contour bemerkbar, der anzudeuten scheint, dass der Kern einmal einer Faser angehörte, während nach vorn gar kein Contour zu sehen ist und der Kern in der Substanz der Platte selbst zu liegen scheint. Bei *b* und *c* bemerken wir ähnliche Kerne. In Fig. 8 sehen wir zahlreiche kernhaltige Gebilde (*a*, *a*) auf einer elastischen Platte aufgewachsen. Seitlich zeigen diese kernhaltigen Gebilde zum Theil noch deutliche Contouren, gehen aber nach vorn und rückwärts, theilweise auch seitlich unmerklich in die elastische Lamelle über. Machen schon diese Gebilde den Eindruck von mit der elastischen Lamelle verschmolzenen Muskelzellen, so ist diess in noch höherem Grade bei dem Bilde der Fall, das sich in Fig. 8 *a'* und in Fig. 10 zeigt. Fig. 10 stellt zwei Muskelzellen dar, die mit einem Ende in eine gefensterte Membran sich einpflanzen. An der Muskelfaser *a* findet sich nahe dem Kerne ein Loch, das, wie es scheint, noch im Bereiche der Muskelzelle liegt. Ausser der zuletzgenannten Verschmelzung der Muskeln mit den gefensterten Membranen giebt es noch eine Verbindung in der Weise, dass Muskelfasern sich in ziemlich dünne Fasern ausziehen, welche dann in die gefensterte Membran übergehen. Doch sind solche Bilder viel seltener zu beobachten, vielleicht vorzüglich darum, weil die Fasern leicht abreissen. In Fig. 9 *a*, welche das Ende einer elastischen Platte darstellt, ist ein Uebergang einer kernhaltigen Zelle in eine Faser zu sehen, doch hängt die Zelle ausserdem noch durch eine breite Brücke mit der elastischen Platte zusammen.

Fasst man diese Beobachtungen zusammen, so ist man wohl berechtigt, anzunehmen, dass das namentlich in der Fläche bedeutende Wachsthum der gefensterten Membranen auf Kosten der Muskeln erfolge. Es scheint, dass die Muskelfasern, welche sich an die elastischen Lamellen inseriren, allmählig völlig mit denselben verschmelzen, dabei in elastisches Gewebe sich umwandeln, während gleichzeitig ganz unabhängig von den Kernen Löcher entstehen und zwar theils durch Resorption, theils aber dadurch, dass die neuanwachsenden Fasern nicht überall an das bereits gebildete elastische Gewebe sich knapp anlegen. Wie übrigens die erste Anlage der elastischen Platten erfolgt, muss an Embryonen untersucht werden; beim neugebornen Kinde sind sie bereits vorhanden und vermehren sich nach der Geburt wahrscheinlich nicht mehr, worauf ich noch zurückkommen werde.

Eine genetisch ganz andere Bedeutung als die gefensterten Membranen haben, wie es scheint, die von Kölliker als streifige Lagen der Intima bezeichneten elastischen Häute. Zieht man von der Aorta eines erwachsenen Menschen die Schichten der Intima ab, so bemerkt man zunächst unter dem Epithel mehr weniger homogene oder feinkörnige, manchmal durch unregel-

mässig in verschiedenen Richtungen sich kreuzende Linien netzartig gestreifte Schichten. Mit diesen wechseln andere mehr weniger deutlich längsstreifige Lagen, die zum Theil den Eindruck machen, als ob sie aus welligem Bindegewebe beständen; gegen Essigsäure und Natronlauge jedoch wie elastisches Gewebe sich verhalten.

In allen diesen Schichten finden sich die früher erwähnten sternförmigen, mit langen, dünnen Ausläufern versehenen Bindegewebszellen. Die Kerne dieser Zellen waren schon lange bekannt und es wurden dieselben für Kerne von Epithelzellen gehalten und die erwähnten Schichten daher für umgewandeltes Epithel erklärt [1]. Henle [2], der die Thatsache berücksichtigt, dass in kleinern Arterien dem Epithel sofort eine gefensterte Membran folgt, nahm, wenn ich ihn recht verstanden habe, an, dass die streifigen Lagen erst sekundär aus der Umwandlung der gefensterten Haut hervorgehen, während er diese letztere selbst sich direkt aus einer Epithelialhaut entstanden dachte. Kölliker [3]) hob hervor, dass die bekannten Thatsachen noch nicht zu dem Schlusse berechtigen, dass die streifigen Lagen aus dem Epithel hervorgehen. Langhans spricht nun aber auf Grund der Entdeckung der Bindegewebszellen in der Intima Aortae geradezu aus, man müsse die ältere Ansicht Henle's, nach welcher die Arterienintima für umgewandeltes Epithel erklärt wird, verlassen, indem dieselbe in die Reihe der Bindesubstanzen gehöre.

Ich bringe im Folgenden einige Beobachtungen, welche die entwicklungsgeschichtliche Beziehung zwischen den streifigen Intimahäuten und den Bindegewebszellen näher begründen sollen.

Zieht man von einer Kinderaorta aus Müller'scher Flüssigkeit mit einer feinen Pincette etwas von der innersten Schichte ab und bringt hierauf das abgezogene Stück so unter das Mikroskop, dass die innere Fläche nach oben sieht, so bemerkt man bei starken Vergrösserungen an hinreichend dünnen Stellen, dass unter dem Epithel eine Schichte von relativ starken elastischen Längsfasern liegt, die manchmal eine förmlich gefensterte Membran darstellt. Daran schliesst sich eine quere Schicht von Muskeln und elastischen Fasern, die dem elastischen Längsnetz knapp anliegt. Von gestreiften oder homogenen Häuten bemerkt man unter dem Epithel in der Regel gar Nichts, ebenso wenig sind sternförmige Zellen zu entdecken; nur hie und da bemerkt man unter dem Epithel rundliche, granulirte Körperchen. Fertigt man dünne Querschnitte an, so findet man im Ganzen ein Bild, wie man es nach dem, was man von der Fläche sieht, erwarten muss. Auf die Epithelzellen folgt eine Schichte glänzender Punkte, die den Querschnitten elastischer Fasern entsprechen, worauf sogleich eine querlaufende, Muskeln führende Schichte folgt. Man bemerkt aber auch, dass starke elastische Längsnetze in den mehr nach aussen gelegenen Schichten zwischen den Muskeln vorkommen (Fig. 11).

---

1) Donders u. Jansen l. c. p. 401. M. Schultze l. c. p. 11.
2) Allgem. Anatom. p. 496. 3) Mikroskopische Anatomie 1854.

Die elastische Längsfaserschichte für die Anlage der streifigen Häute zu halten, empfiehlt sich von vornherein nicht. Da die elastischen Fasern dieser Längsnetze absolut dicker sind, als die Fasern der streifigen Lagen bei Erwachsenen, so ist es mit Berücksichtigung der bekannten Thatsache, dass die elastischen Fasern mit dem Wachsthume dicker werden, durchaus unwahrscheinlich, dass sich diese Fasern in feine elastische Lagen auflösen. Es liegt viel näher, sie für identisch mit den elastischen Längsnetzen zu halten, die auch beim erwachsenen Menschen an der inneren Grenze der Muskelschichten stellenweise die gefensterten Membranen ersetzen. (Vergl. Fig. 12, *b*, *b*).

An einigen Stellen der Querschnitte der Kinderaorta scheint es, dass zwischen Epithel und Längsfaserschichte bereits eine neue Schichte sich eingeschoben habe.

Behandelt man die frische Aorta eines neugebornen Kindes durch 5—10 Stunden mit Silberlösung, so findet man unter der Silberzeichnung des stark gebräunten Epithels eine mehr weniger braune Schichte, in der sich unregelmässig buchtige oder länglich spindelförmige, selten in längere Ausläufer ausgezogene, helle Figuren befinden. Wir können daher, wenn wir das von Schweigger–Seidel [1]) über die Silberwirkung Vorgebrachte adoptiren, annehmen, dass bereits eine dünne, stellenweise unterbrochene Schicht einer eiweissartigen Substanz, deren Wahrnehmung bei Anwendung anderer Methoden nicht gelingt, vorhanden sei. An der in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrten Aorta eines 8 Wochen alten Kindes finde ich unter dem Epithel bereits eine feinkörnige, stellenweise unregelmässig streifige Schichte, in der spindel- und sternförmige Zellen neben rundlichen zu sehen sind. Die Silberbehandlung ergiebt hier, wie ich schon erwähnte, ein schönes Netz sternförmiger, heller Figuren. Durch nachträgliche Behandlung mit neutraler Carminlösung Kerne in den sternförmigen hellen Räumen nachzuweisen, gelang nicht. An der Aorta eines vierjährigen Kindes kann ich die spindel- und sternförmigen Zellen gut erkennen, ebenso Lagen einer undeutlich faserigen Substanz, die sich jedoch nicht in mehrere Schichten spalten lassen.

Auf Grund dieser Beobachtungen und der neuerlich über die Bindegewebszellen bekannt gewordenen Thatsachen, glaube ich mir die Entwicklung der Intimahäute so vorstellen zu dürfen, dass nach der Geburt in die subepitheliale Aortenschicht vom Blute aus amöboide Zellen einwandern, welche dann zu spindel- und sternförmigen Zellen werden, unter deren Betheiligung die streifigen Lamellen zu Stande kommen. Ueber die Rolle, welche die Zellen hierbei spielen, wage ich kein Urtheil. Bei dem noch unausgemachten Streite, in welcher genetischen Beziehung die Bindegewebsfibrillen und die elastischen Fasern des Bindegewebes zu den Zellen stehen, muss die Bedeutung der Zellen der Intima dahingestellt bleiben.

Den Zeitpunkt der ersten Anlage der streifigen Lagen kann ich bei der

---

1) l. c.

nicht sehr grossen Zahl von Kinderaorten, die mir zu Gebote stand, nicht genauer angeben; jedenfalls findet man die ersten Spuren schon bald nach der Geburt. Einmal sah ich in der Aorta eines 14 Tage alten Kindes zwischen dem Epithel und dem starken elastischen Längsnetze bereits eine fein längsstreifige Schichte.

Ueber die Entwicklung der Intimahäute bei Thieren weiss ich nur Weniges anzugeben. Bei frisch geworfenen Kaninchen findet sich ein ähnliches Verhalten wie beim neugebornen Kinde: unmittelbar auf das Epithel folgt eine gefensterte Membran. Bei ältern Kaninchen finden sich unter dem Epithel elastische, anastomosirende Längsfasern; streifige Lagen, wie beim Menschen, sah ich nicht. Sternförmige Zellen konnte ich zwischen diesen elastischen Fasern nicht entdecken. Beim Hunde ist das Suchen nach sternförmigen Bindegewebszellen besonders dadurch erschwert, dass in den subepithelialen Längsschichten Muskeln vorkommen, worauf ich noch zurückkommen werde. Beim Ochsen und Schafe, wo ich, wie erwähnt, spindel- und sternförmige Bindegewebszellen fand, kommen auch streifige Lagen vor.

Was das Vorkommen von fibrillärem Bindegewebe in der Aortenwand betrifft, so stimmen die Angaben der Autoren nicht ganz überein. Henle [1]) läugnete das Vorkommen von Bindegewebe in der Ringfaserhaut, ebenso erwähnen Donders und Jansen [2]) des Bindegewebes nur in ihrer tunica elastica-conjunctiva, während dagegen M. Schultze [3]) sich von dem Vorkommen des Bindegewebes, auch in den tiefen Schichten der Media überzeugte, und Kölliker [4]) angiebt, dass sich zwischen den Muskeln und elastischen Fasern in der Media der grössten Arterien überall Bindegewebe finde. Gimbert [5]) spricht von einer substance amorphe, die elastisch sein soll. Kölliker [6]) äussert sich hierüber folgendermassen; »Die formlose Substanz, die Gimbert besonders in der Media der Arterien als die Faserzellen umhüllend und die Lücken der elastischen Netze ausfüllend schildert, scheint mir nichts als die von ihm nicht erwähnte Bindesubstanz dieser Haut zu sein.«

In der Aorta des erwachsenen Menschen konnte ich mich an den äussern und mittlern Schichten, in denen auch ansehnlichere Gefässe laufen, von dem Vorkommen deutlich fibrillären Bindegewebes überzeugen, während ich in den innern Schichten zwischen den Muskeln und elastischen Fasern nur eine Substanz nachweisen konnte, die fein körnig oder fast homogen erscheint, auf Zusatz von Essigsäure abblasst, aufquillt und fast unsichtbar wird, dann mit Natronlauge behandelt wieder zusammenschrumpft und sichtbar wird, um bei Anwendung von überschüssigem Alkali abermals aufzuquellen. Eine fibrilläre Struktur konnte ich jedoch nicht sehen. Wenn man von einer gekochten un-

---

1) l. c. p. 501. 2) l. c. p. 401. 3) l. c. p. 19.
4) Handbuch der Gewebelehre. 1867. p. 589.
5) Henle Jahresber. f 1865. p. 62.
6) Kölliker, Gewebelehre 1867. p. 590

getrockneten Aorta dünne Querschnitte anfertigt und dieselben mit verdünnter Carminlösung und Pikrinsäure doppelt imbibirt, so findet man ausser dem Bindegewebe der Adventitia und den Muskelkernen in der ganzen Media eine Substanz roth gefärbt, welche die Zwischenräume zwischen den blass gelb gefärbten elastischen Fasern und den dunkler gelben Muskeln ausfüllt. Was es mit diesen Substanzen in genetischer Beziehung für ein Bewandtniss hat, weiss ich vorderhand nicht anzugeben; doch lässt sich die Aehnlichkeit mit gewissen Formen embryonalen Bindegewebes nicht verkennen.

Aus der Aorta von Kindern kann man aus allen Schichten, wo Muskeln sich finden, wellige Fasern von 2—3 $\mu$. Durchmesser isoliren, die etwas blässer als elastische Fasern sind, manchmal glatt, nicht selten aber am Rande uneben wie durch Fetzen einer anhängenden blassen Substanz verunreinigt erscheinen. Eine Streifung kann man an diesen Fasern im frischen Zustande nicht wahrnehmen. Durch Essigsäure und Natronlauge quellen sie auf, durch abwechselndes Behandeln mit diesen Reagentien werden sie fein streifig. Ich halte sie daher für Bindegewebsbündel. In der Aorta des Ochsen gelingt es ohne grosse Mühe, in allen Schichten der Media, ja sogar in der Intima fibrilläres Bindegewebe zu finden, ebenso vermisste ich dasselbe nie in den kleinern Arterien des Menschen und der Säugethiere.

## IV. Anordnung der Gewebe.

Gehen wir jetzt zu der Frage über, wie die Gewebeelemente in der Aortenwand angeordnet sind, so tritt uns bei der Darstellung die Schwierigkeit entgegen, dass scharfe Charaktere für die drei Gefässhäute, welche heute ziemlich allgemein angenommen werden, nicht existiren. Donders und Jansen bemerken, dass die Aorta keine scharf von der mittleren Haut abgegrenzte Intima besitze. Sie halten sich für die Grenzbestimmung an das Auftreten der Muskeln. Remak berücksichtigt nur die Verlaufsrichtung der faserigen Elemente und unterscheidet demgemäss eine innere und eine äussere Längshaut und eine Ringfaserhaut. Dieses Schema scheitert jedoch nicht blos an den Aesten der Lungenarterie, wie Remak angiebt, sondern auch an der Aorta, wo ebenfalls der Verlauf der faserigen Elemente ein sehr verwirrter ist. Es bleibt daher wohl das beste, mit Donders und Jansen alle muskelführenden Schichten zur mittleren Haut zu zählen und die Verlaufsrichtung der Fasern gar nicht zu berücksichtigen. Eine eigene elastische Haut anzunehmen, ist, wie sich aus der Darstellung ergeben wird, nicht zweckmässig.

Eine detaillirte Beschreibung der Anordnung der Gewebe in der Aortenwand von allgemeiner Gültigkeit lässt sich nicht geben, weil nicht blos zwischen Menschen und verschiedenen Säugethieren, sondern selbst bei verschiedenen Individuen merkliche Variationen vorkommen. Ich lege meiner Darstellung zunächst den Längsschnitt der Menschenaorta zu Grunde. Unmittelbar unter dem

Epithel folgt eine Reihe auf dem Längsschnitt in Gestalt feiner Streifen erscheinender, theils fast homogener, theils deutlich längsgestreifter Lagen, in welche zellige Elemente eingestreut sind, die, wie andere Untersuchungsmethoden lehren, theils rundliche, theils spindel- und sternförmige Zellen sind. Nach aussen sehen wir allmählig erst einzelne, dann häufiger werdende, kleine glänzende Punkte: quer und schräg durchschnittene elastische Fasern, und stärkere elastische Längsfasern auftreten. Betrachtet man diese Schichten an Flächenpräparaten, so sieht man, dass sie im Wesentlichen aus ziemlich weitmaschigen Netzen mittelstarker elastischer Fasern bestehen, die in verschiedenen Richtungen, hauptsächlich jedoch der Länge nach laufen und Zellen zwischen sich haben. Allmählig treten stärkere Fasernetze auf und zwischen dieselben schieben sich bereits Faserzellen, die ich in dem früher angegebenen Sinne für Muskeln halte und die in der Längsrichtung laufen und entweder mehrere Längsmuskelschichten darstellen, oder nur in einer Lage vorhanden sind, der sogleich schräg- oder querlaufende Muskeln folgen. Mit dem allmähligen Auftreten von Muskeln ist die Intima ohne bestimmte Grenze in die Media übergegangen. Die elastischen Längsfasernetze werden nun durch gefensterte Membranen ersetzt, doch nicht so, dass bis zu einer bestimmten Stelle nur elastische Längsfasernetze vorkämen und dann nur mehr gefensterte Membranen; sondern in der Weise, dass auf einem bestimmten Querschnitte in derselben Schichte elastische Längsfasernetze mit gefensterten Lamellen abwechseln, wovon der in Fig. 12 abgebildete Querschnitt ungefähr ein Bild giebt. Die Substitution gefensterter Membranen durch Längsfasernetze kann bisweilen noch in ziemlich tiefen Schichten der Media vorkommen. Die erwähnten Längsmuskeln können bisweilen so versetzt sein, dass sie nicht die erste Muskelschichte bilden, sondern erst auf andere quer gerichtete folgen, wie diess in Fig. 12 der Fall ist. Durch die ganze Media folgen nun in ziemlich regelmässigen Abständen der Gefässoberfläche parallel verlaufende elastische Lamellen, die jedoch häufig unterbrochen sind, oder gabelförmg sich theilen, oder wohl auch durch eine Verbindungsbrücke zusammenhängen. Zwischen diesen Scheidewänden finden sich nun Muskeln, die früher erwähnte zweifelhafte Bindesubstanz und elastische Fasern. Die Muskeln bilden beim Menschen wohl nie sellbständige Lagen, so dass die Muskelzellen dicht aneinander liegend nur durch Gewebekitt vereinigt wären. Sie bilden vielmehr ein mehr lockeres, flächenartig ausgebreitetes Netz von, wenigstens zum Theil, anastomosirenden Fasern, zwischen dessen Lücken überall gröbere oder feinere elastische Fasern, die ihrerseits wieder zu Netzen verbunden sind, hindurchgehen. (Vergleiche Fig. 13, 14, 15.) Die Muskelnetze gehen mit einem Theil ihrer Fasern direkt in die elastischen Platten über, die also als Insertionspunkte anzusehen sind. Namentlich sind es die Unterbrechungsstellen der elastischen Platten, wo solche Insertionen häufiger stattfinden. Dass die elastischen Fasern an die gefensterten Membranen sich festheften, ist bekannt; Max Schultze hat dieses Verhalten

bereits abgebildet.[1] Häufig sind die flächenartig ausgebreiteten Muskelnetze nur in einfacher Schichte zwischen zwei elastischen Platten, manchmal jedoch auch doppelt.

Es ist hier der Ort, auf einige Eigenthümlichkeiten der mikroskopischen Präparate einzugehen, die man von ohne weitere Vorsicht gehärteten oder getrockneten Aorten erhält. Man bemerkt zunächst, dass die elastischen Lamellen an Längsschnitten, besonders aber an Querschnitten, nicht gerade, sondern mehr weniger in Schlangenlinien laufen. Diese Erscheinung ist weniger auffallend bei erwachsenen Menschen als bei Kindern, und am ausgesprochensten bei rasch durch Verblutung zu Grunde gegangenen Thieren. Gleichzeitig fällt an den Längsschnitten auf, dass die Durchschnitte der Muskelfasern häufig so gerichtet sind, dass man schliessen muss, es seien entweder platte Fasern mit ihren Flächen senkrecht zur Oberfläche des Gefässes gestellt, oder es weichen die Muskeln von der tangentialen Richtung stark gegen die radiäre ab. (Vergl. Fig. 13 u. 14.) Dass beides der Fall ist, dass also die Muskeln sowohl mit ihren Flächen senkrecht zur Gefässaxe stehen, als auch bezüglich ihres Verlaufes von der Tangentenrichtung mehr weniger stark abweichen, kann man an Querschnitten sehen. Man bemerkt hier häufig Muskelzellen mit deutlichen Kernen und in einer Breitenausdehnung, wie sie den querovalen Muskelquerschnitten des Längsschnittes entspricht, und hat daher allen Grund, diese Muskeln als von der Fläche gesehen anzunehmen. (Fig. 15 *c*, *c*.) Ausserdem kann man aber sehen, dass in der That die Muskeln nicht selten von der Tangentenrichtung abweichen. (Fig. 15 *dd*.) Es ist nicht anzunehmen, diese aus den mikroskopischen Bildern erschlossene Lage der Muskeln sei die natürliche, schon im Leben bestehende. Während im Leben die Aorta durch den beträchtlichen Blutdruck ausgedehnt erhalten wird, verengert und verkürzt sie sich nach dem Tode. Da die Oberfläche wohl etwas uneben, aber nicht in Falten gelegt wird, so ist die Verengerung und Verkürzung nicht ohne gleichzeitige Dickenzunahme der Wand denkbar. Dadurch aber werden die einzelnen Schichten der Arterie breiter werden, was, wenn die einzelnen Gewebselemente ihr Volum nicht ändern, nicht ohne Lageveränderung der letzteren möglich ist. So kann es geschehen, dass die Muskeln, die früher tangential und mit ihren Flächen der Gefässoberfläche parallel lagen, jetzt eine mehr radiäre Richtung einnehmen und sich so stellen, dass ihre Fläche zur Gefässoberfläche senkrecht steht. Diess wird besonders dann geschehen, wenn die Muskelzüge nicht an einer und derselben, sondern an beiden elastischen Lamellen, zwischen denen sie liegen, festgeheftet sind.

Da die elastischen Lamellen in Schlangenlinien verlaufen, also gefaltet sind, so ist es klar, dass sie bei der Zusammenziehung der Aorta nach dem Tode eine mehr passive Rolle spielen. Die Verengerung und Verkürzung der Arterie muss daher vorzüglich auf Rechnung der Elasticität der interlamellären

---

1) l. c. Taf. II. Fig. 2 u. 3.

Schichten, also vorzüglich der dort befindlichen elastischen Fasern und Muskeln gesetzt werden. Ob die Muskeln im Tode die Aorta durch aktive Verkürzung verengern, weiss ich nicht; doch ist es mir wahrscheinlich, da die Lageveränderung der Theile bei Aorten, die man eben durch Verblutung umgekommenen Thieren entnimmt, am auffälligsten ist und andrerseits konstatirt ist, dass auch an grösseren Arterien bei Verblutung die Muskeln sich stark zusammenziehen. Um zu kontrolliren, ob die aufgestellte Erklärung der Muskelstellung nach dem Tode richtig ist, diente folgender Versuch. Die Aorta eines Menschen wurde über ein kegelförmiges Holzstück so weit aufgeschoben, als diess ohne Anwendung zu grosser Gewalt gelang und dann mit dem Holze in chromsaures Kali gebracht. Da anzunehmen ist, dass im Leben die elastischen Lamellen gerade verlaufen, so suchte ich nach der Härtung die Stellen des Gefässes auf, wo die Dehnung so stark war, dass wenigstens in den inneren und mittleren Schichten die elastischen Lamellen gestreckt waren. Es zeigte sich nun in der That, dass die Muskeln zwischen den stark genäherten Lamellen in tangentialer Richtung und mit der Fläche der Oberfläche der Aorta parallel liefen.

Den Verlauf der Muskelfasern in der Fläche kann man an Flächen- und Schrägschnitten von in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Aorten untersuchen. Ich imbibirte die Schnitte mit Carmin und machte sie mit verharztem Terpentin durchsichtig. An dünnen Schrägschnitten kann man sich am besten orientiren, weil man einerseits die Muskeln in grösserer Ausdehnung sieht, ähnlich wie an Flächenschnitten, andrerseits aber auch die aufeinderfolgenden Schichten verfolgen kann, wie an Quer- und Längsschnitten. Untersucht man einen Schrägschnitt, der in einer Ebene geführt wurde, die mit der Längsaxe des Gefässes einen Winkel von circa 22°—25° bildet[1]), so findet man, dass die Muskeln nicht durchaus querlaufen; ja es ergiebt sich sogar das auffällige Resultat, dass rein querlaufende Muskelschichten ziemlich selten sind, dass vielmehr alle nur möglichen Richtungen vertreten sind. Richtungen, die mit der Queraxe des Gefässes nur mässige Winkel von 25°—35° bilden, sind indess die gewöhnlichsten. Die aufeinanderfolgenden Muskelschichten kreuzen sich nicht selten unter Winkeln von 50°—70°, wie diess in der halbschematischen Figur 16, Schichte 7, 8 u. 9 bei *C* zu sehen ist, doch findet man auch häufig die Muskeln in aufeinanderfolgenden Schichten gleichgerichtet (Fig. 16, Schicht 3 u. 4, *C*). Ein sehr gewöhnliches Vorkommen ist ferner, dass auf eine schräge Schichte eine quere folgt, der dann wieder eine der frühern entgegengesetzt verlaufende schräge Schichte sich anschliesst (Fig. 16, Schicht 4, 5 und 6 A). Die Richtung der Muskelfasern bleibt innerhalb derselben Schichte nicht immer dieselbe. Man sieht in kurzen Strecken die Verlaufsrichtung allmählig eine andere werden (z. B. Fig. 16, Schichte 6), ja machmal tritt sogar eine plötzliche Richtungsänderung auf (z. B. Fig. 16, Schichte 1 u. 3). Dieselben Erfahrungen bezüglich der Verlaufsrichtung der Muskeln kann man auch

1) Der Winkel, unter dem der Schnitt geführt wurde, ist nachträglich durch Vergleichung der Dicke des Schrägschnittes mit der Dicke eines reinen Querschnittes berechnet.

an parallel zur Längsaxe des Gefässes geführten Längenschrägschnitten machen, oder auch an Präparaten, die man dadurch gewonnen hat, dass man mässig dicke Quer- oder Längschnitte zerfasert, wobei nicht selten eine und dieselbe Muskelschichte an den gefensterten Membranen anhaftend in grösserer Ausdehnung zu sehen ist.

Man könnte vielleicht das in Fig. 16 dargestellte Bild als durch die früher besprochene Abweichung der Muskeln in radiärer Richtung bedingt ansehen und den verschiedenen Verlauf auf verschiedenen Ursprung und verschiedene Insertion der ursprünglich, im Leben, querlaufenden Muskelzüge zurückführen. Obwohl nicht zu läugnen ist, dass sich die Verlaufsrichtung der Muskeln nach dem Tode durch die Zusammenziehung der Aorta ändern kann, so muss ich doch das Mitgetheilte als bereits im Leben bestehend betrachten, da meine Erfahrungen an in der früher erwähnten Weise ausgedehnten Aorten eine solche Annahme rechtfertigen.

Die Anordnung der Aortenmuskulatur ist, wie man sieht, eine sehr komplicirte und, sofern die Elemente, mit denen wir es zu thun haben, überhaupt Muskeln sind, darauf berechnet, nicht nur der Ausdehnung des Gefässes durch den Blutdruck in der Quere, sondern auch in der Länge entgegenzuwirken, wenn auch die in letzerem Sinne wirksame Komponente vielmal kleiner sein müsste, als die in querer Richtung thätige.

Die Thatsache, dass der Faserverlauf in der Aotenmedia kein querer ist, war schon Räuschel [1]) bekannt und er gründete auf die Erfahrung, dass sich von einer mit Holzessig behandelten, getrockneten und wieder aufgeweichten Aorta spiralige Bänder abziehen lassen, ziemlich detaillirte Angaben über den Verlauf der Gefässfaser. Wenn auch diese Methode keine nähern Aufschlüsse über den Muskelverlauf geben kann, so ergiebt sich doch im Allgemeinen, dass die faserigen Gewebe in der Media durchaus nicht rein quer laufen.

Wenden wir uns jetzt wieder zum Aortenlängsschnitte, so ist das eigenthümliche Bild begreiflich, das hier die Media zeigt. Man sieht an den verschiedensten Stellen Gruppen dichter gedrängter Muskelquerschnitte, während an anderen Stellen gar keine, oder nur wenige Muskelquerschnitte zu sehen sind. Es beruht dies darauf, dass die Muskeln theils rein quer, theils schräg, theils mehr der Länge nach getroffen sind und es ist, eine gleiche Vertheilung der Muskeln vorausgesetzt, begreiflich, dass die rein quer getroffenen Muskeln am dichtesten gedrängt erscheinen müssen. Die längsgetroffenen Muskeln sind sehr undeutlich, was dadurch bedingt wird, dass überall elastische Fasernetze zwischen den Muskelnetzen durchgehen und die einzelnen Muskelfasern auch an ziemlich dünnen Schnitten undeutlich machen. Desshalb geben auch Querschnitte der Aorta viel weniger prägnante Bilder als Längsschnitte (vgl. Fig. 15), obwohl bei ersteren die wenigen rein längslaufenden Muskelgruppen sehr scharf hervortreten (vergl. Fig. 12). Zwischen den Muskeln, stellenweise stärker

1) De arteriar. et venar. structura Vratislav. 1836. p. 10.

angehäuft, sieht man an den Längsschnitten helle Punkte, die Querschnitten elastischer Fasern entsprechen. Nicht selten sieht man Gruppen elastischer Fasern, die in ihrer Richtung mit dem Muskelverlauf nicht übereinstimmen (vergl. Fig. 15, *e*, *e*). Ausserdem bemerkt man als Grund, in welchen die Muskeln und elastischen Fasern eingetragen sind, hellere Stellen, die dem Bindegewebe und der früher erwähnten zweifelhaften Substanz nebst feinen elastischen Fasern entsprechen (Fig. 13, 14, *e*, *e*).

Verfolgt man den Längsschnitt gegen die Adventitia, so werden die Muskelquerschnitte an vielen Stellen selten, weil der Muskelverlauf hier häufig mehr der Längsrichtung sich nähert; es treten nun auch einzelne auffallend helle Stellen auf, die von einer stärkeren Anhäufung des Bindegewebes herrühren. Die elastischen Platten bekommen allmählig einen anderen Charakter, indem statt der gefensterten Membranen elastische Netze mit vorwiegender Längsrichtung, wie sie durch die ganze Media hie und da vorkommen, häufiger werden. Stellenweise besonders da, wo die Gefässe in die Media hereintreten, bildet das Bindegewebe der Adventitia tief eindringende Fortsätze. Endlich hören die Muskeln, die zuletzt nur mehr in zerstreuten Gruppen vorhanden sind, ganz auf, zwischen dem Bindegewebe treten noch einige stärkere elastische Netze auf (tunica elastica Henle's), bis schliesslich ohne scharfe Grenze die eigentliche Adventitia mit ihren sich kreuzenden Bindegewebsbündeln erreicht ist.

Die hier geschilderte Anordnung variirt bei verschiedenen Individuen. Abgesehen davon, dass die Zahl der streifigen Lagen der Intima, wie bekannt, innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt, wechselt auch der Verlauf der Muskeln in der Media. Die innersten Längsmuskeln können ganz fehlen oder nur andeutungsweise vorhanden sein, dagegen können wieder in grösserer Ausdehnung rein längsgerichtete Muskelzüge im Innern der Media auftreten. An der äusseren Grenze der Media findet man bei erwachsenen Individuen stets, wenn auch in ungleicher Ausdehnung, Gruppen längslaufender Muskeln. Ferner ist zu erwähnen, dass der Reichthum an Muskeln in verschiedenen Fällen erheblich wechselt, auch wenn man Individuen von gleichem Alter vergleicht. Ausserdem scheint es Regel zu sein, dass die Muskeln mit zunehmendem Alter spärlicher werden. Endlich ist zu erwähnen, dass an der Grenze der Media gegen die Adventitia manchmal eine stärkere Anhäufung elastischer Fasernetze zwischen dem Bindegewebe vorkommt, doch ist diess bei weitem nicht immer der Fall. An der Aorta des neugebornen Kindes ist, wie schon erwähnt, das Verhalten der Intima auffallend; die starken elastischen Längsfaserhäute, wie sie unter dem Epithel sich finden, können manchmal ziemlich weit in die Media hineinreichen und die gefensterten Membranen, deren Faserungsrichtung, wenn eine solche überhaupt erkennbar ist, im Allgemeinen quer läuft, stellenweise ersetzen. Dadurch kommt ein innerhalb eines und desselben Querschnittes auf kurze Strecken wechselndes Bild zu Stande, und die Intima erscheint, sofern man sich an diese elastischen

Längsfaserhäute für die Grenzbestimmung halten wollte, sehr ungleich dick (vergl. Fig. 11). Was die Muskeln betrifft, so ist die Richtung derselben beim Kinde fast rein quer. Der komplicirte Faserverlauf, wie wir ihn bei Erwachsenen finden, kommt also erst während des extrauterinen Wachsthums zu Stande; ist übrigens schon in ziemlich früher Zeit zu finden. So sah ich beim 4jährigen Kinde die früher beschriebene Anordnung schon deutlich ausgesprochen.

Das elastische Gewebe ist beim Kinde schon massenhaft vorhanden, doch sind die Fasern und Platten noch dünn und zart. Was speciell die elastischen Platten betrifft, so ergeben vergleichende Zählungen, dass die Anzahl derselben unabhängig vom Alter eine ziemlich konstante ist und dass, soweit Variationen bestehen, diese auf individuelle Verschiedenheiten zurückgeführt werden können. Ich theile hier einige Zählungen mit, die sämmtlich die vordere Aortenwand zwischen dem Abgange der 4. und 6. Interkostalarterie betreffen. Bei jedem Individuum wurden an je 5 mit Fuchsin tingirten Querschnitten 10 Zählungen vorgenommen. Da das Geschlecht nicht ohne Einfluss auf die Entwicklung der Aortenwand ist und bei Männern die Zahl der elastischen Platten nicht selten über 60 beträgt, so wurden zum Vergleiche Individuen desselben Geschlechtes, lauter weibliche, gewählt.

| Alter. | Zahl der elastischen Platten. | | |
|---|---|---|---|
| | Maximum. | Minimum. | Mittel sämmtlicher Zählungen. |
| 0 Jahre | 44 | 36 | 40.2 |
| 4 Jahre | 56 | 39 | 48.6 |
| 23 Jahre | 54 | 38 | 48.1 |
| 30 Jahre | 45 | 36 | 39.5 |

Man sieht aus diesen Zahlen, dass eine Zunahme der elastischen Platten mit dem Alter durchaus unwahrscheinlich ist.

Ueber die Gefässe der Aorta habe ich nur wenige Erfahrungen, da ich keine Injektionspräparate untersuchte. Die Gefässe treten von der Adventitia in die Media und verlaufen hier, bevor sie capillar werden, vorzüglich in querer Richtung. Auf Längsschnitten trifft man die Gefässe entweder als Querschnitte oder als kurze Stücke, welche die elastischen Platten in radiärer Richtung durchsetzen, während man sie an Querschnitten nicht selten auf grössere Strecken in tangentialer Richtung zwischen zwei elastischen Platten verlaufen sieht. In der Mitte der Media konnte ich noch Gefässquerschnitte von circa 12 $\mu$ Durchmesser bemerken.

Die Aorta der Säugethiere weicht in ihrem Baue von der menschlichen mehr weniger ab. Das Epithel, das man beim Menschen ausser bei Kindern selten gut erhalten findet, ist bei Thieren, so viel ich gesehen habe, stets einschichtig und lässt sich häufig in Form von grossen Fetzen, an denen die

Zellengrenzen nur undeutlich oder gar nicht zu erkennen sind, von der innern Aortenfläche abschaben. Durch Silber konnte ich stets scharf ausgeprägte Zellencontouren erhalten.

Dass die streifigen Häute der Intima bei Thieren wenig entwickelt sind, wurde schon erwähnt, ebenso dass es speciell beim Ochsen und Schafe gelingt, streifige Längshäute und sternförmige Bindegewebszellen in den subepithelialen Schichten nachzuweisen. Beim Hunde finden wir unter dem Epithel sofort ziemlich entwickelte elastische Längsfasernetze, denen bald Längsmuskeln sich beimischen. Beim Schweine liegen unter dem Epithel feine elastische Netze ohne bestimmte Faserrichtung, die nach aussen in gröbere Längsnetze übergehen, denen sich endlich Längsmuskeln beimischen. Die elastischen Fasern der Intima sind bei manchen Thieren (z. B. Schwein, Ochs, Katze) zum Theil sehr eigenthümlich angeordnet. Sie bilden in den innern Schichten äusserst zierliche engmaschige Netze, deren Bälkchen an vielen Stellen wie von einem Punkte ausgehende Strahlen gruppirt sind. Ein solches Netz hat M. Schultze abgebildet. [1]) Bei kleineren Thieren sind die Verhältnisse sehr einfach. Auf das Epithel folgt eine gefensterte Membran, wie z. B. bei der Ratte, oder es schiebt sich noch zwischen Epithel und gefensterte Haut eine elastische Längsschicht wie beim Kaninchen. Doch ist auch bei kleinen Thieren die innerste gefensterte Haut der Aorta nicht durch grössere Dicke von den folgenden elastischen Platten unterschieden, wie diess beispielsweise an der Carotis des Hundes der Fall ist.

Die Muskelhaut ist bei verschiedenen Thieren abweichend gebildet. Die des Hundes ist jener des Menschen ziemlich ähnlich; nur sind gewisse Verhältnisse, die beim Menschen weniger auffallend sind, hier stark ausgesprochen. So finde ich bei drei Hunden, die ich in dieser Beziehung untersuchte, die innerste Schichte aus Längsmuskeln gebildet, die durch elastische Längsfasernetze getrennt sind. Die Zahl dieser Längsmuskelschichten steigt bis zu sechs und wechselt innerhalb kurzer Strecken. Die übrige Media ist im Wesentlichen wie beim Menschen angeordnet; der Uebergang in die Adventitia ist ebenfalls ähnlich wie beim Menschen, doch ist das fortsatzartige Hereintreten des Bindegewebes zwischen die letzten Muskelschichten, ferner das häufige Auftreten von längslaufenden Muskelgruppen, die stellenweise ganz isolirt im Bindegewebe liegen, mehr in die Augen springend. Ich verweise in dieser Beziehung auf Fig. 17, welche einen Querschnitt dieser Uebergangsschicht von einer gekochten Hundeaorta darstellt. Ich knüpfe hier einige Bemerkungen über Beobachtungen an, die Remak über die Längsmuskeln der Arterien machte. [2])
Nach diesem Forscher käme die kontraktile Längsschicht nur in der Nähe des Abganges von Aesten vor und hätte den Zweck, die Ausflussmündungen offen zu halten. In grossen Stämmen fehle daher diese Längsmuskelschichte ganz,

---

1) l. c. Taf. I. Fig 11.

2) Müller's Archiv 1850. p. 89 u. 91.

namentlich sei sie nicht vorhanden im truncus anonymus und in der Carotis communis. Abgesehen davon, dass Längsmuskeln in der Aorta thoracica descedens an der vorderen Wand, auch dort, wo keine Aeste abgehen, vorkommen, lässt sich gerade beim Hunde in der Carotis communis nach innen von der ersten gefensterten Membran, die durch ihre Dicke ausgezeichnet ist, eine gut entwickelte Längsmuskelschichte nachweisen. Es erhellt daraus, dass der von Remak angegebene Zweck der Längsmuskeln jedenfalls nicht der einzige sein kann.

Bei keinem der von mir untersuchten Thiere ist die Muskelhaut stärker entwickelt als beim Schweine. Die innere Längsmuskelschicht ist nur angedeutet, die folgenden Muskelschichten, die wie beim Menschen in verschiedenen Richtungen laufen, nehmen von innen nach aussen an Mächtigkeit zu, wobei gleichzeitig die Elemente länger und stärker werden. Die Anordnung ist von der beim Menschen und Hunde etwas abweichend. Von der Mitte der Media an nach aussen treten die Muskeln bereits stellenweise in mächtigeren Lagen auf und drängen die elastischen Scheidewände auseinander, während an andern Stellen die Muskeln schwächer entwickelt sind und die elastischen Platten wieder näher aneinander treten. Dadurch verliert das eigenthümliche Bild, das durch den Wechsel elastischer und muskulöser Schichten bedingt ist, viel von der Regelmässigkeit, die wir beim Menschen sehen. Am Uebergange der Muskelhaut in die Adventitia tritt das Verhältniss, das ich vom Hunde abgebildet habe, in sehr auffälliger Weise zu Tage. Die Muskeln verlieren sich in zahlreichen inselförmigen Gruppen zwischen den starken elastischen Längsnetzen, welche an der Grenze der Adventitia liegen. Es tritt hier aber noch ein Verhältniss auf, das beim Menschen und beim Hunde, so viel ich gesehen habe, nicht vorkommt. Nachdem nämlich die eigentliche Muskelhaut bereits sich verloren hat und eine Schichte reinen Bindegewebes mit wenigen elastischen Fasern aufgetreten ist, erscheinen abermals Muskeln. Schon in den letzten Schichten der eigentlichen Media sind die Muskelfasern stellenweise dicht aneinandergedrängt; in der Adventitia treten die Muskeln in Form von Bündeln auf, deren einzelne Elemente nur durch Kittsubstanz getrennt zu sein scheinen. Diese Bündel sind theils längs-, grösstentheils jedoch schief- und quergerichtet und bilden eine diskontinuirliche Schichte, die manchmal eine Dicke von circa 0.4 Mm. erreicht.

Beim Ochsen zeigen die inneren Muskelschichten Aehnlichkeit mit jenen des Schweines; auffällig sind die starken elastischen Netze in den Muskelschichten selbst. In den äusseren Schichten tritt ein eigenthümliches Verhältniss auf. Der regelmässige Wechsel von Muskelschichten und elastischen Platten hört nämlich vollständig auf. An einem Querschnitte sieht man an einzelnen Stellen dicht aneinandergedrängte starke elastische Fasernetze mit Bindegewebe, während links und rechts starke Muskelgruppen liegen. Die Fasernetze setzen sich als schwache Scheidewände zwischen die Muskelgruppen fort. Da aber die Muskelgruppen oft drei- bis viermal breiter sind, als die entspre-

chenden Gruppen elastischer Netze, so müssen die Netze strahlenartig auseinanderweichen. Dadurch bekommen die äusseren Aortenschichten auf dem Querschnitte ein rosenkranzartiges Ansehen, wobei die Verdickungen den vorwiegend muskulösen die Einziehungen den muskelfreien Stellen entsprechen. Die Muskeln sind nicht selten in grösserer Ausdehnung frei von anderen Geweben und bestehen aus langen rundlichen Fasern mit meist stabförmigen Kernen. Die Faserung der Muskeln ist mannigfaltig, in der Hauptsache quer.

Beim Schafe sind die Verhältnisse ähnlich wie beim Ochsen, nur ist hier auffallend, dass zwischen den Stellen mit stark entwickelten Muskeln auch Schichten mit der gewöhnlichen Gewebsanordnung der Aortenmedia vorkommen. Die Faserrichtung der Muskeln ist in den mittlern Schichten nicht selten entschieden longitudinal.

Bei kleineren Thieren gestalten sich die Verhältnisse sehr einfach. Zwischen wenigen gefensterten Membranen, die viel seltener unterbrochen sind und regelmässiger verlaufen als bei grösseren Thieren, finden sich die vorherrschend queren Muskelschichten, denen manchmal eine unterbrochene Schichte von Längsmuskeln sich anschliesst, wie z. B. bei der Ratte. Hierauf folgt ein elastisches Netz, das die Muskelhaut von der Bindegewebshaut abgrenzt.

Was die Zahl der elastischen Platten anlangt, so finde ich deren bei der Ratte und beim Igel 7—9, beim Kaninchen 16—25. Beim Hunde und beim Schweine zwischen 40 und 50, beim Ochsen, wo übrigens eine genauere Zählung unmöglich ist, über 100.

---

## **Tafelerklärung B u. C.** Fig. $\frac{1-17.}{\text{II.}}$

Taf. B.

Fig. 1. Epithelium der Aorta des Ochsen. Silberpräparat. *a, a* Schaltplättchen. Vergrösserung 500

Fig. 2. Zellen aus der Media Aortae des Schweines durch 20procentige Salpetersäure und chlorsaures Kali isolirt. *a, b, c* einkernige, *d—h* mehrkernige Zellen, *i—n* Zellen anastomosen. Vergr. 300.

Fig. 3. Zellen aus der Media Aortae des Ochsen auf gleiche Weise, wie die Zellen der Fig. 3 isolirt. *a* einkernige Zelle, *b* u. *c* anastomosirende Zellen. Vergr. 300.

Fig. 4. Zellenanastomose aus der zerfaserten Aortenmedia eines vierjährigen Kindes. Bei *a* ist die bandartige Faser umgeschlagen. Vergr. 300.

Diese, so wie die folgenden Figuren bis inclusive Fig. 16, sind nach Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit gezeichnet.

Fig. 5. Streifige Haut aus der Intima des Ochsen mit darunterliegenden spindel- und sternförmigen Zellen. Nach einem mit Carmin imbibirten Präparate. Vergr. 500.

Fig. 6. Verschieden gestaltete, durch Zerfasern isolirte Zellen aus der Media des neugebornen Kindes. *c* Verbogene platte Zelle, *d* zweikernige Zelle. Vergr. 570.

Fig. 7. Gefensterte Membran aus der Media des neugebornen Kindes. *a*, *b*, *c* Kerne, die der gefensterten Membran angehören, *d*, *d* Löcher, *e*, *e* Bruchstücke elastischer Fasern, die sich an der gefensterten Membran inseriren. Vergr. 570.

Fig. 8. Gefensterte Membran vom neugebornen Kinde mit zahlreichen mehr weniger vollständig mit derselben verschmolzenen kernhaltigen Gebilden. *aa* Kerne, *a'* Zelle, die mit der elastischen Membran nur an einem Ende verbunden ist. *b* Bruchstücke elastischer Fasern, die an der Membran festhaften, *c* Löcher. Vergr. 570.

Fig. 9. Ende einer elastischen Platte vom neugebornen Kinde mit in die Länge gezogenen spaltförmigen Löchern. *a*, *a'* Kerne. Das kernhaltige Gebilde *a* steht durch eine breite Brücke und ausserdem durch die elastische Faser *b'* mit der Platte in Verbindung. *bb* Abgebrochene elastische Fasern. *cc* Löcher. Vergr. 570.

Fig. 10. Gefensterte Membran vom neugebornen Kinde mit zwei Zellen *a* u. *a'*, welche mit dem einen Ende in die Membran übergehen. An der Zelle *a* sieht man, neben dem Kerne, nahe der Insertion ein Loch, *b* elastische Fasern, *cc* Löcher. Vergr. 600.

Fig. 11. Querschnitt durch die innersten Schichten der Aorta vom neugebornen Kinde. *a* Epithel, *bb* starke elastische Längsfasernetze, *c*, *c* elastische Platten, *dd* Muskelschichten mit Bindegewebe und elastischen Fasern. Vergr. 500.

Fig. 12. Querschnitt durch die innersten Schichten der Aorta vom Menschen. *a* streifige Lagen und elastische Netze der Intima mit zelligen Elementen, *bb* starke elastische Längsfasernetze, *c* elastische Lamellen, *d* Querschnitte längslaufender Muskeln, *e*, *e* interlamelläre Schichten mit vorwiegend querlaufenden Muskeln und elastischen Fasern. Vergr. 260.

Fig. 13. Längsschnitt durch die innern Schichten der Media vom Menschen. *a*, *a* Quer und schräg laufende Muskelzellen, *bb* mehr longitudinal verlaufende Muskeln, *cc* elastische Lamellen, *dd* elastische Fasern, *ee* Bindesubstanz von zweifelhafter Bedeutung, in welche Muskeln und elastische Fasern eingebettet sind. Vergr. 570.

## Taf. C.

Fig. 14. Längsschnitt durch die innern Schichten der Media des Schweines. Die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung, wie in der vorhergehenden Figur. *d'*, *d'* elastische Netze, welche die elastischen Platten unterbrechen. Vergr. 570.

Fig. 15. Querschnitt durch die innern Schichten der Media des Schweines. *a* Elastische Platten, *b* interlamelläre Schichten mit elastischen Fasern und Muskeln, *c* Muskeln mit deutlichen Kernen, die auf der Fläche liegen, *d* Stücke von Muskeln, die von der tangentialen Richtung gegen die radiäre abweichen, *ee* starke, längslaufende elastische Fasern. Vergr. 570.

Fig. 16. Innere Schichten der Media des Menschen. Schrägschnitt, der unter einem Winkel von circa 22° zur Längsaxe geführt ist. Halbschematische Zeichnung. Die durch den einseitig angebrachten Schatten etwas aus der Ebene des Papiers hervortretenden zackigen Linien entsprechen den unregelmässig abgeschnittenen elastischen Platten. Die kurzen Striche geben die nach der Natur gezeichnete Verlaufsrichtung der Muskeln auf den elastischen Platten an. Vergr. 60.

Fig. 17. Querschnitt durch die Grenze der Media und Adventitia vom Hunde. *a* Elastische Platten und Muskelschichten mit vorwiegend quer laufenden Muskeln, *bb* Muskelgruppen mit häufig scharf markirten Querschnitten längslaufender Muskeln, die zwischen dem Bindegewebe sich verlieren. *cc* Elastische Längsfasernetze. *dd* Fibrilläres Bindegewebe mit elastischen Fasern. Nach einem Präparate von der gekochten und getrockneten Aorta. Vergr. 60.

III.

# Zur Entwicklung des Knochengewebes.

Von

**Dr. Constantin Kutschin**
aus Kasan.

---

Mit Taf. C. Fig. 1—2.
III.

Es sollen in den nachfolgenden Zeilen Bilder beschrieben werden, welche für die Lehre von der Entwicklung des Knochengewebes einige controverse Punkte zu beleuchten im Stande sind.

Bei der Entwicklung des Knochengewebes handelt es sich, wie die neueren Untersuchungen darüber ergeben haben, immer um das Auftreten einer aus eigenthümlichen Bildungszellen hervorgehenden Neubildung, welche entweder an Balken des vorher in besonderer Weise veränderten embryonalen Skelettknorpels angelagert wird, oder ohne solche knorpelige Grundlage im Bindegewebe entsteht, oder aber auf schon vorher aus derselben Neubildung entstandene Knochenbalken aufgelagert wird.

Man konnte sich, namentlich nach den Angaben von Rollett (Handbuch der Lehre von den Geweben etc., herausg. von Stricker. Leipzig 1869. p. 106), der Erwartung hingeben, dass die bei den erwähnten Formen der Osteogenese concurrirenden verschiedenen Gewebe und differenten Entwicklungsstadien desselben Gewebes gegen Tinctionsmittel ein verschiedenes Verhalten zeigen würden und dass darum durch Färbung der Objekte mit einem oder mehreren Farbestoffen gewisse auf die Entwicklung des Knochengewebes bezügliche Thatsachen präciser festgestellt werden könnten, als an nicht tingirten Präparaten.

Ich stellte meine osteogenetischen Untersuchungen vorzugsweise an in Müller'scher Flüssigkeit conservirten Schafembryonen an, und alle folgenden Angaben werden sich, wenn nicht ausdrücklich eine andere Bemerkung gemacht wird, eben nur auf solche Präparate beziehen.

Für diese fand ich in der That bald eine zum Studium der intracartilaginösen Verknöcherung sehr brauchbare Methode der doppelten Tinction.

Sie besteht darin, dass die mit Wasser abgewaschenen Schnitte zuerst mit einer durch Blauholzextract gefärbten wässerigen Lösung von Alaun (Frey, Mikroskop. 3. Aufl. S. 83) und nachdem sie damit gefärbt worden sind, mit einer concentrirten alkoholischen Lösung von Picrinsäure behandelt wurden. Durch die Lösung des Blauholzextraktes färben sich die knorpeligen Wandungen der primären Markräume mehr oder weniger intensiv violett und zwar in wenigen (2—4) Minuten, wenn die Lösung concentrirt ist. Ebenso färben sich die Kerne der zelligen Gebilde violett. Wird dann das Präparat mit Wasser abgespült und bedeckt man es mit einem Tropfen der oben angeführten Picrinsäure-Lösung, so färben sich bald das Protoplasma der Markzellen sowohl, als auch besonders die eben in Bildung begriffenen Lamellen der Knochengrundsubstanz lebhaft gelb. Die letzteren erscheinen dann sehr scharf von den violett gefärbten Knorpelbalken abgegrenzt.

Betrachten wir vorerst einen durch den Ossificationsrand eines Röhrenknochens geführten Längsschnitt, welcher nach unserer Methode doppelt tingirt wurde.

Ich setze das Bild, welches ein solcher Schnitt im ungefärbten Zustande darbietet, als bekannt voraus. [1]) Nur das Folgende muss ich besonders hervorheben.

Es liegen von der eigenthümlichen aus platten Knorpelzellen zusammengesetzten Reihenregion näher zum Rande des Knochens hin Knorpelzellen, die sich durch ihre bedeutendere Grösse und ihre mehr rundlich eckige Form von den darüberliegenden scheibenförmigen Zellen unterscheiden. Sie sind auch in Längsreihen angeordnet, wie die platten Zellen, aber die Balken von Grundsubstanz zwischen denselben sind gegen den Knochen zu von grobkörnigem Ansehen wegen der in denselben abgelagerten Kalksalze.

Die Ablagerung erstreckt sich bis nahe zum Uebergang der rundlichen Zellen in die scheibenförmigen und endigt hier in den Längsbalken der Grundsubstanz gegen die platte Zellenregion hin zugespitzt oder sie erstreckt sich, was näher zum Knochen der Fall ist, in quere Balken der Grundsubstanz, die Gruppen der in Reihen übereinanderliegenden Zellen von einander trennen und erscheint dann in der Längenrichtung die verkalkte Grundsubstanz von der nicht verkalkten theils durch die vorerwähnten Spitzen, theils wie durch die Kuppen der die Zellen einschliessenden Kalkgewölbe abgegrenzt.

Die letzten gegen den Ossificationsrand hin liegenden zelligen Elemente des früheren Knorpels, die sich in rundliche, wie aufgebläht aussehende Zellen verwandelt haben, zeigen, wie schon Rollett [2]) hervorgehoben hat, keine auf eine Proliferation hinweisende Bilder. Diese Zellen sind es, welche durch die verkalkende Grundsubstanz des Knorpels von der übrigen Masse des Knorpels so zu sagen abgeschnitten werden, und scheint damit gerade ihr ferneres

1) Rollett, l. c. p. 95 u. d. f.

2) l. c. p. 98.

Schicksal, durch Resorption zu Grunde zu gehen, im Zusammenhange zu sein.

Aus den von den stärkeren Balken der verkalkten Grundsubstanz umrahmten Knorpelterritorien bilden sich die sinuösen und miteinander communicirenden primären Markräume aus, die sich alsbald mit kleinen rundlichen protoplasmatischen Massen erfüllt zeigen. Die letzteren liegen anfangs in den Räumen eng aneinander und man findet bei den Röhrenknochen von Schafembryonen die ersten also erfüllten Markräume immer in der Mitte der Diaphyse in den peripherischen Knorpeltheilen unter der primären Periostlamelle des Knochens, welche bei Schafembryonen immer früher auftritt als intracartilaginös gebildetes Knochengewebe.

Ausser den angeführten Zellen finden sich in jenen erstgebildeten Höhlen immer Capillargefässe vor.

In Bezug auf die Frage nach der Entstehungsweise der die Markräume erfüllenden Zellen sind wir bis jetzt bekanntlich nicht vollständig im Klaren. Man folgte meist H. Müller's Ansicht, dass diese Zellen eine unmittelbare Nachkommenschaft der Knorpelzellen sind. Kölliker [1]) und Waldeyer [2]) halten diese Entstehungsweise für eine ausgemachte Sache, während Gegenbaur [3]) zugiebt, dass thatsächliche Beweise hierfür noch fehlen und man nur zu dieser Annahme gezwungen sei, wegen der Unmöglichkeit einer anderen Ableitung.

Berücksichtigt man aber das, was über die unmittelbar an den Ossificationsrand stossenden Knorpelzellen oben gesagt wurde, ferner den Umstand, dass die jungen Markzellen nur in schon geöffneten und selbst gefässhaltigen oder doch mit gefässhaltigen grösseren Markräumen communicirenden Kapseln vorkommen, dann wird man mit Rollett [4]) finden, dass die Entstehung der genannten Zellen von der Seite der in die primären Markräume hineinwachsenden Blutgefässe her, wenn gleich auch sie nicht streng bewiesen werden kann, doch die viel wahrscheinlichere ist.

Diejenigen Zellen des jungen Markes, welche unmittelbar an den knorpeligen Wandungen der primären Markräume liegen, vergrössern sich bald sehr ansehnlich und werden zu den von Gegenbaur passend sogenannten Osteoblasten, denn die letzteren Zellen stehen erst in unmittelbarer Beziehung zur Bildung des Knochengewebes.

Nachdem ich so meinen Standpunkt in den vorgebrachten Punkten näher bezeichnet habe, kann ich zu derjenigen Frage übergehen, für welche ich die nach der angeführten Methode bereiteten Präparate zunächst in Betracht ziehen will. Sie betrifft die Art und Weise wie die Osteoblasten zur Bildung des Knochengewebes führen.

---

1) Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1867. p. 213 u. d. f.
2) Max Schultze's Archiv Bd. I. p. 354.
3) Jenaische Zeitschrift 1864. p. 343. 1866 p. 54 u. 206.
4) l. c. p. 98.

Es stehen sich hier wieder verschiedene Anschauungen entgegen. Gegenbaur[1]) nimmt bekanntlich an, dass die Knochengrundsubstanz aus einer weichen, später sclerosirenden Ausscheidung der Osteoblasten entsteht; dadurch aber, dass bei einzelnen der Osteoblasten die absondernde Thätigkeit nach einer bestimmten Zeit aufhöre und diese in die von den noch absondernden Osteoblasten gelieferte Masse eingegraben werden, erkläre sich das Entstehen der Knochenkörperchen.

Nach Waldeyer[2]) metamorphosirt sich das Protoplasma der Osteoblasten selbst in die Knochengrundsubstanz und die Knochenkörperchen entstehen dadurch, dass bei einzelnen der Osteoblasten nur die peripherischen Theile des Protoplasmas sich in Grundsubstanz umwandeln, während der centrale Theil unverändert bleibt und auf diese Weise als Knochenzelle in der völlig umgewandelten Nachbarschaft persistire.

Wenn man nicht, wie Gegenbaur von einer Ausscheidung der Osteoblasten, sondern von einem Auswachsen der Osteoblasten sprechen würde, welches bei Waldeyer wieder zu wenig hervorgehoben erscheint, dann würde man zu einem principiell mit der Auffassung Waldeyer's übereinstimmenden Entwicklungsmodus gelangen, der auch jene Bilder, welche zu Gunsten der Gegenbaur'schen Ansicht zu sprechen scheinen und unläugbar vorkommen, genügend zu erklären im Stande wäre.

Das zu erläutern sind nun gerade die nach unserer oben angeführten Methode gewonnenen doppelt tingirten Präparate im Stande.

Die Bildung des Knochengewebes beginnt in den primären Markräumen mit dem Auftreten einer dünnen Lamelle noch zellenfreier Knochengrundsubstanz zwischen den Osteoblasten und den darunterliegenden Balken des Knorpels. Diese Lamelle erscheint an den doppelt tingirten Präparaten sehr scharf von dem darunterliegenden Knorpel abgegrenzt. Sie ist stark lichtbrechend und intensiv gelb gefärbt.

Die gleichfalls gelb gefärbten, aber mit einem violetten Kern versehenen Osteoblasten werden durch die oben erwähnte, an der Oberfläche der Knorpelreste neugebildete Lamelle gleichsam von ihrer ersten Unterlage abgehoben.

Fertigt man von den auf die beschriebene Weise tingirten Längsschnitten Zerzupfungspräparate an, um sich von dem Zusammenhange der hier aneinanderstossenden oben angeführten Gebilde genauer überzeugen zu können, so findet man, dass die früher erwähnte noch zellenlose Platte sich im direkten Zusammenhange mit den Osteoblasten befindet.

Es lassen sich aus derselben längere oder kürzere platte Streifen isoliren, die als Fortsätze einzelner Osteoblasten mit diesen im Zusammenhange bleiben. Das Protoplasma der Osteoblasten geht allmählig in diese homogen und glänzend aussehenden Fortsätze über, die in ihrem Ansehen schon völlig den grösseren zusammenhängenden Stücken der erwähnten Platte gleichen. Und man

---

1) l. c. 2) l. c.

sieht die ersteren direkt in die letzteren übergehen. Beim weiteren Fortschreiten der Entwicklung, also an weiter gegen den Verknöcherungspunkt hin liegenden Partieen unseres Längsschnittes wird die Zwischenlage zwischen den Knorpelresten und den epithelartig geordneten Osteoblasten mächtiger und erst dann schliesst sie Zellen ein, die das gestreckte Ansehen von Knochenkörperchen darbieten.

Auch über das Entstehen und die Vertheilung dieser Zellen in den neugebildeten Lamellen bringen uns genauere Untersuchungen an den doppelt tingirten Präparaten wichtige Entscheidungen. Sie zeigen uns, dass einzelne Osteoblasten von den gegen die Knorpelunterlage und gegen die auf derselben ausgebreitete Neubildung hingerichteten Fortsätzen nebenliegender Osteoblasten überwachsen und so fixirt werden, während das Lager der übrigen Osteoblasten durch das Auswachsen ihrer eigenen Fortsätze weiter von der ursprünglichen Knorpelunterlage entfernt wird, wodurch die Mächtigkeit der neugebildeten Knochenschichte fortwährend zunimmt.

Das Auswachsen der Osteoblasten in breite und nicht selten in beträchtlicher Länge darstellbare Fortsätze, welche glatt werden und mit ähnlichen Fortsätzen anderer Osteoblasten eine anfangs undeutlich faserige, später homogen erscheinende Platte bilden, muss ich besonders betonen, weil sich dadurch einige Einwürfe leicht beheben, welche man gegen die Ansicht, dass die Knochengrundsubstanz auf Kosten der Substanz der Osteoblasten selbst gebildet wird, erhoben hat. So die Bemerkung KÖLLIKER's [1]), dass die eben gebildeten Knochenzellen oft nicht kleiner als die Osteoblasten sind und dass die die Knochenzellen von einander trennenden Felder von Grundsubstanz zu gross seien, um ihre Bildung durch einfache Umwandlung der peripherischen Theile der Osteoblasten erklären zu können. Diese Einwürfe verlieren unseren Beobachtungen gegenüber ihre Bedeutung.

Denn wir haben gesehen, dass die Osteoblasten stark einseitig auswachsen können und dass ganz entfernt liegende Osteoblasten durch ihre Fortsätze an der Bildung der Knochengrundsubstanz an einem gegebenen Orte sich betheiligen können.

Die, wie früher erwähnt, bei dieser Entwicklung in die Anlage der Grundsubstanz eingeschlossenen Osteoblasten sind stets grösser, als die später aus denselben hervorgehenden Knochenkörperchen. Die Fertigbildung der letzteren hängt wesentlich mit einem weiteren in der Anlage für die Knochengrundsubstanz vor sich gehenden Processe der Differenzirung zusammen, welchen ich später zu besprechen beabsichtige.

Vorerst muss ich noch einige Bilder hier behandeln, die, nach der oben angeführten Methode doppelt gefärbt, geeignet sind die noch nicht von allen Histologen und nicht für alle Objecte aufgegebene Ansicht, dass das Knochengewebe bei der intracartilaginösen Verknöcherung nicht durch Neubildung, sondern aus einer Metamorphose des Knorpels entstehe, zu beleuchten.

1) l. c. p. 219.



Bei der Untersuchung namentlich von Querschnitten der Ossificationsgrenze von Röhrenknochen kann man oft genug Bilder sehen, die scheinbar sehr entschieden für jene besonders von Lieberkühn[1]) vertheidite Knochenentwicklung sprechen.

Sie kommen zu Stande, wenn die Markräume klein sind und eine rundliche Form besitzen. Solche kleinere einzelnen Knorpelkapseln entsprechende Höhlen stehen dann gewöhnlich zu mehreren mittelst verengter Oeffnungen mit einem grösseren Markraume in Verbindung.

Die knorpeligen Wandungen solcher kleiner Ausbuchtungen der Markräume findet man dann an ihrer inneren Seite von einer kapselartigen Schichte einer glänzenden Substanz bedeckt. Die letztere färbt sich intensiv gelb, die Knorpelgrundsubstanz, an welche sie angelagert ist, dagegen ist lebhaft violett gefärbt, wie das auf Fig. 1 zu sehen ist.

In die stark lichtbrechende gelb tingirte Substanz erscheinen Zellen eingebettet, welche im Profile gesehenen Knochenkörperchen schon sehr ähnlich sind. Oft aber und das ist sehr wichtig, findet man jene kapselartige Schichte auch so getroffen, dass sie selbst und nur eine von ihr umschlossene Zelle die kleine Höhlung im Knorpel auszufüllen scheint, oder aber es kann jene glänzende Substanz auch in Form von Scheidewänden zwischen mehrere die Knorpelhöhle ausfüllende Zellen sich zu erstrecken scheinen. Fig. 1.

Man hat es aber auch hier nur mit über der Oberfläche des Knorpels in verschiedener und wie es scheint der Anlagerungsfläche entsprechender Weise ausgewachsenen Osteoblasten zu thun.

Die glänzende kaspelartige Schichte ist schon angelegte, im Entstehen begriffene Knochengrundsubstanz und die in dieser Substanz sichtbaren Zellen sind Osteoblasten, die eben zu Knochenkörperchen sich zu entwickeln beginnen, oder aber schon — was wieder mit dem später zu erwähnenden weiteren Differenzirungsprocess zusammenhängt, mehr oder weniger weit zum Ziele ihrer Entwicklung vorgeschritten sind.

An Präparaten, wie das in Fig. 1 dargestellte, sieht man, durch die Doppelfärbung hervorgebracht, wie gesagt eine sehr scharfe Trennung der Knorpelreste und der Neubildung für den Knochen. Eine solche scharfe Trennung ohne jeden Uebergang widerlegt auch bei solchen im ungefärbten Zustande sehr verführerischen Bildern, die Annahme einer direkten Umwandlung der Knorpelgrundsubstanz in Knochengrundsubstanz. Es könnte nur noch die Behauptung gemacht werden, dass die erwähnte kapselartige Schichte von Knochengrundsubstanz auf Kosten des Protoplasmas von Zellen entstanden ist, die schon im Knorpel vorhanden waren, dann berührt aber die Entscheidung dieser Frage nicht mehr die Controverse über die direkte oder substitutive Umwandlung des embryonalen Knorpels in Knochen, sondern die Controverse über die Abstammung der zur Neubildung des Knochengewebes führenden

1) Reichert und du Bois Archiv 1862 p. 702, 1863 p. 614, 1864 p. 598, 1865 p. 404.



zelligen Elemente des Markes, über welche wir uns schon früher auszusprechen Gelegenheit nahmen und für welche wir unserem eben besprochenen Bilde keine neuen Argumente zu entnehmen vermögen.

Für die Untersuchung der weiteren Differenzirung, welche, wie schon erwähnt, in der neugebildeten Anlage für das Knochengewebe auftritt und ebenso für die Untersuchung der Auflagerung von Verdickungs-Schichten auf bereits gebildeten Knochen muss ich ebenfalls eine Methode der doppelten Tinction hier empfehlen.

Die letztere wird in der Weise ausgeführt, dass die Schnitte von embryonalen Knochen, nachdem sie mit Wasser abgewaschen wurden, in eine ziemlich concentrite Lösung von salpetersaurem Kobaltoxydul gelegt werden. In dieser Lösung werden sie durch einige Minuten (2—5) belassen, dann werden sie mit Wasser gut ausgewaschen und der Einwirkung von Schwefelammoniumdämpfen ausgesetzt. Das letztere kann am einfachsten so erreicht werden, dass man die Präparate mit einem Tropfen Wasser auf den Objectträger bringt und damit über die Mündung einer mit Schwefelammoniumlösung gefüllten Flasche hält.

Die Präparate, welche dabei bald zu dunkeln anfangen, werden dann wieder mit Wasser abgespült und in eine möglichst concentrirte neutrale Carminlösung gebracht, wo sie nur kurze Zeit verweilen und dabei sich rasch färben sollen.

An gelungenen auf diese Weise behandelten Präparaten, wie ein solches in Fig. 2 dargestellt ist, zeigt sich dann der bereits entwickelte Knochen in seiner Grundsubstanz grünlich braun gefärbt, während die Knochenkörperchen und ebenso die neugebildete Anlage für den Knochen und die Osteoblasten roth gefärbt erscheinen.

Das dargestellte Präparat bezieht sich auf durch periostale Osteogenese entstandenen Knochen. In Bezug auf das Verhältniss der Osteoblasten zu der Knochenanlage bestätigt sich an solchen Präparaten, wenn man dieselben zerzupft oder mit dem Pinsel behandelt, das, was wir oben auf Grund unserer früheren Präparate gesagt haben, und eben so müssen wir auch auf Grund dieser Bilder die Vorstellung festhalten, welche wir uns früher über das Hineingelangen und die Vertheilung einzelner Osteoblasten in die neugebildete Knochenanlage gemacht haben.

Am wichtigsten an diesen Präparaten ist aber die Uebergangsstelle von grünlich braun gefärbter Knochengrundsubstanz in die roth gefärbte neugebildete Knochenanlage.

Dort sieht man die grünlich braune Farbe vorerst nur auf ganz kleine Inselchen von verschiedener Gestalt beschränkt, die durch unregelmässige Zwischenräume von einander getrennt sind, die ihrerseits die Carmintinction zeigen.

Oft springen an der äussersten Grenze der Kobaltfärbung diese Inselchen sehr regelmässig gegen die rothe Knochenanlage vor, so dass sie wie keilför-

mige, mit ihrer Spitze nach aussen gekehrte Palissaden neben einander stehen. Ob dieser Differenzirungsprocess mit der Aufnahme der Kalksalze zusammenfällt, oder ob erst nach der Differenzirung jener Inselchen die Verkalkung erfolgt, lässt sich nicht sicher entscheiden.

Sicher aber ist, dass erst mit dem Eintritt derselben die in die Anlage eingeschlossenen Zellen die Gestalt der definitiven Knochenkörperchen annehmen. Ferner dass die von den letzteren ausgehenden sogenannten Kalkkanälchen, welche auch die Substanz des ausgebildeten Knochens auf den Schnitten in grössere mit Schwefelkobalt imprägnirte Felder zerlegen, mit den zwischen den kleinen Inselchen am Rande zu bemerkenden und von Carmin roth gefärbten Partieen in unmittelbarem Zusammenhange stehen, und so wie die letzteren mit Carmin tingirt erscheinen. Man gewinnt dann eben den Eindruck, als ob diese Ausläufer der Knochenkörperchen die letzten Ueberbleibsel zwischen der zu immer grösseren Massen vereinigten, mit Schwefelkobalt imprägnirbaren Substanz wären.

Die letztere stellt dann denjenigen Theil der Grundsubstanz dar, welcher bei den bekannten Isolirungsmethoden der Knochenkörperchen aufgelöst wird, während die Substanz der Kanälchen und die damit zusammenhängende die Knochenhöhlen unmittelbar begrenzende Schichte dabei im Zusammenhange erhalten bleiben. Die letztere Schichte ist sowohl von dem Protoplasma der Knochenzellen, als auch von der mit Schwefelkobalt imprägnirbaren Substanz merklich verschieden, stimmt aber in ihren Eigenschaften mit der Substanz zwischen den erwähnten Inseln der Grundsubstanz überein.

Auf der Anwesenheit dieser Substanz beruht eben die Möglichkeit, die Knochenkörperchen im Zusammenhange mit ihren verzweigten Ausläufern zu isoliren.

Ich will hier darauf aufmerksam machen, dass ich in dem salzsäurehaltigen Alkohol, welchen Ludwig und Zawarikin für die Isolirung der Harnkanälchen seiner Zeit empfohlen haben, ein ausgezeichnetes Mittel kennen gelernt habe, welches, wenn Knochen anhaltend damit gekocht werden, die schönsten Bilder von mit ihren Ausläufern isolirten Knochenkörperchen in der bekannten Weise ergiebt.

Schliesslich will ich noch auf ein besonderes Object hinweisen, welches bei der Behandlung mit Schwefelkobalt und Carmin sehr instruktive Präparate liefert. Es ist das aus den umgebenden Geweben herauspräparirte Scheitelbein von Schafembryonen. Es gelingt hier leicht, von den Rändern Präparate anzufertigen, an welchen man unter dem Mikroskope die äussersten Ausläufer der Knochenanlage als eine undeutlich faserige, oft wie von kleinen Maschenräumen durchbrochene dünne Lamelle zu sehen bekommt, man kann auch in diese noch zellenfreie Anlage von Knochengrundsubstanz die homogen gewordenen Ausläufer darüberliegender Osteoblasten hineinverfolgen. Geht man von diesem mit Carmin sich stark rothfärbenden äussersten Enden eines Scheitelbeinstrahles weiter gegen seinen Ausgangspunkt von dem schon verknöcherten

mittleren Theile des Knochens hin, dann findet man in der verdickten Anlage bereits Zellen eingeschlossen und es beginnt auch bald die oben geschilderte weitere Differenzirung. Die mit Schwefelkobalt imprägnirbaren Inselchen treten auf, die weiterhin immer gedrängter liegen und endlich zu körnigen Flecken oder auch kurzen mit der Axe des Strahles parallel liegenden Streifchen vereinigt erscheinen, welche wieder durch roth gefärbte Zwischenmasse von verschiedener Form und Grösse getrennt erscheinen, bis endlich die mehr glatten, von der auf kanalartige Streifchen reducirten roth gefärbten Substanz durchbrochenen, mit Schwefelkobalt imprägnirten Partieen der Grundsubstanz des Knochens und die durch jene rothgefärbten Durchgänge mit einander verbundenen zackigen Knochenkörperchen folgen.

---

## **Tafelerklärung C.** Fig. $\frac{1-2}{\text{III.}}$

Fig. 1. Querschnitt aus der Ossificationsgrenze des Mittelstückes eines Femur vom Schafembryo mit Blauholzextract und Picrinsäure gefärbt.

Fig. 2. Querschnitt aus dem Femur eines Schafembryo, zuerst mit Schwefelkobalt, dann mit Carmin gefärbt.

---

IV.

# Beiträge zur Physiologie des Darmsaftes.

Von

**Dr. Alexis Dobroslawin**
aus Petersburg.

---

In der Physiologie des Darmsaftes giebt es trotz der wiederholten Bearbeitung, welche dieses Capitel erfahren, noch heute eine Reihe offener Fragen.

Von den Untersuchungen, welche bis zum Jahre 1864 gemacht wurden, hebe ich die von Frerichs, Bidder und Schmidt, Busch und Funke angestellten hervor.

Frerichs [1]) unterband vorsichtig durch Streichen entleerte 4—8 Zoll lange Stücke des Dünndarms bei Hunden und Katzen und liess die wieder reponirten Därme 4—6 Stunden in der Bauchhöhle. Nach dieser Zeit gewann er daraus eine glasartig durchsichtige, farblose zähe Masse von stark alkalischer Reaction, in welcher zahlreiche geformte Bestandtheile unter dem Mikroskope nachzuweisen waren. Diese Masse unterwarf er einer chemischen Untersuchung und prüfte die Wirkung derselben auf Stärke, Eiweisskörper und Fette. Er giebt an, aus der Stärke durch die Wirkung des Darmsaftes Zucker und Milchsäure erhalten zu haben. Auf Eiweiss fand er ihn ohne Wirkung. Flüssige Fette wurden, damit geschüttelt, fein vertheilt und in eine nur zum Theil haltbare Emulsion verwandelt.

Ausgedehnter sind die Untersuchungen von Bidder und Schmidt [2]).

Es gelang ihnen nicht nach Frerichs Methode eine für Untersuchungen genügende Menge Secret zu gewinnen. Darum legten sie Darmfisteln an bei gleichzeitiger Unterbindung der Ductus choledochi und der Ductus pancreatici, oder ohne solche Unterbindung. Was sie auf diese Weise aus den Fisteln gewannen, war aber, wie heute nicht bezweifelt werden kann, nie reiner Darmsaft, weder so wie er ursprünglich secernirt wird, noch auch ein Bestandtheil desselben. Von der von Bidder und Schmidt als Darmsaft bezeichneten Flüs-

---

1) Handwörterbuch der Physiologie. Von R. Wagner. Bd. III. Verdauung p. 851.
2) Verdauungssäfte und Stoffwechsel von Bidder und Schmidt 1852. p. 260.

sigkeit behaupteten diese Forscher eiweiss- und stärkeverdauende Eigenschaften.

Busch[1]) beobachtete in dem von ihm beschriebenen merkwürdigen Fall beim Menschen ein nasenschleimähnlich zähes Sekret der Dünndarmwand und schreibt demselben die Wirkung zu, Eiweisskörper und Stärke zu verdauen, wovon er sich durch Einbringung dieser Substanzen in die Fistel des von dem obersten Theil des Dünndarms durch einen Riss isolirten unteren Dünndarmstückes überzeugte.

Funke[2]) erhielt, wenn er in entleerte und unterbundene Dünndarmschlingen des Kaninchen Stärke injicirte, zwar nach einigem Verweilen, ein Verschwinden der Jodreaction, aber kein positives Resultat mit der Trommer'schen Probe. Die Frage, ob nicht der gebildete Zucker durch Resorption aus dem Darm verschwand, lässt er unerörtert.

Die Widersprüche, welche durch solche in Bezug auf die Methoden sehr abweichende Versuche über die Eigenschaften und die Wirkung des Darmsaftes auftauchten, schwanden nicht als Thiry im Jahre 1864 eine neue, sehr brauchbare Methode[3]) für die Untersuchung des Darmsaftes angab. Denn während Thiry selbst dem Darmsaft eine dünnflüssige Beschaffenheit und die einzige Wirkung auf rohes Blutfibrin zuschrieb, welches er in 1½—2 Stunden lösen sollte, gaben Quincke, Leube und Schiff, die ebenfalls an nach Thiry's Methode isolirten und mit einer Fistelöffnung versehenen Dünndarmstücken experimentirten, eine andere Beschaffenheit und andere verdauende Wirkungen des Darmsaftes an als Thiry.

Quincke[4]) nennt den Darmsaft dünnflüssig, ausserordentlich wenig rundliche Zellen enthaltend. Fibrin sah er erst nach 12 Stunden, häufig gar nicht, sich lösen. Zucker aus Stärke erhielt er mittelst Darmsaftes in einigen Fällen nicht, oder in einigen Fällen nach 2—3 Stunden bei 40° Cels., in den meisten Fällen erst nach 12 Stunden.

Obgleich Leube[5]) die von Thiry gewonnenen Resultate in Bezug der Unfähigkeit des Darmsaftes: Stärke in Zucker zu verwandeln bestätigt und so wie Thiry nur die Wirkung desselben auf rohes Fibrin nachweisen konnte, so giebt er doch bedeutend längere Zeiten für die Verdauung desselben an. — Das Fibrin löste sich bei seinen Versuchen erst nach 12—20 Stunden vollkommen auf. Was die Consistenz des Darmsaftes anbetrifft, so giebt Leube an, dass dem Darmsafte immer Schleimflocken beigemischt waren, als normale Bestandtheile desselben. Leube meint, dass man das wirksame Ferment in diesen Flocken zu suchen hätte, von wo aus es allmählig in die Flüssigkeit übergehe.

---

1) Virchow's Archiv Bd. XIV. p. 140.
2) Physiologie 1863. p. 339—341.
3) Sitzungsberichte der K. K. Akademie der Wissenschaften. Bd. L. p. 1.
4) Archiv von Reichert und Dubois 1868. p. 150.
5) Medicinisches Centralblatt 1868. No. 19.

Schiff[1]) giebt an, dass Darmsaft nicht nur Fibrin, sondern auch Albumin und Casein zu lösen im Stande ist. Die Wirkung des Darmsaftes auf Stärke ist nach Schiff der des pancreatischen Saftes ganz ähnlich.

Wollte man sich in diesem Gebiete genauer orientiren, so blieb nichts übrig, als durch erneute Untersuchungen entweder zu einer Kritik der von den verschiedenen Autoren in Folge von nicht streng abgeglichenen Versuchsbedingungen gemachten abweichenden Angaben zu gelangen, oder aber die verborgenen Gründe für die thatsächlichen Abweichungen solcher Versuche aufzudecken, bei welchen die zu beherrschenden Bedingungen völlig gleich erhalten wurden.

## I. Zur Methode der Gewinnung des Darmsaftes.

Als ich meine Versuche begann, operirte ich mir vorerst einige Hunde nach der Methode von Thiry. Zwei der operirten Hunde wurden unbrauchbar — der eine durch nachträgliche Bildung einer Darmfistel, welche mit dem isolirten Darmstücke kommunicirte, der andere durch Vorfall der vereinigten Enden des Darmkanals in die äussere Wunde und Auftreten einer Peritonitis. Zwei andere Hunde dagegen erhielt ich, den einen früher, den andern später, in einem brauchbaren Zustande und konnte sie dann durch längere Zeit für grössere Versuchsreihen benützen.

Von den verschiedenen Darmnähten erwies sich mir eine in Emmert's Chirurgie[2]) angegebene als die zweckmässigste, da für sie nur eine Nadel und nicht so viel Zeit wie für andere Nähte erforderlich sind.

Unter günstigen Bedingungen geht die Heilung der Wunden sehr schnell vor sich und man kann (wie Thiry angiebt) nach zwei Wochen Versuche anfangen, ohne eine Beimischung von Eiter zum Darmsafte befürchten zu müssen.

So war es mit meinem Hunde No. 2. Aber nicht immer geht die Verheilung so rasch von Statten, ohne dass man darum das Thier verloren geben müsste.

Bei meinem Hunde No. 1 wurde die Heilung durch einen unter der Haut befindlichen Abscess und Eitersenkung complicirt, so dass ein Paar Eröffnungen vorgenommen werden mussten, und die vollständige Verheilung erst in 5 Wochen erfolgte und an der Fistelöffnung eine kleine Partie der Darmschleimhaut vorlag. Während der Zeit der Versuche, d. h. während fünf Monaten wurde aber dieser Prolapsus nicht grösser und an dem sichtbaren Theil der Schleimhaut konnte ich pathologische Störungen, von welchen Thiry spricht, nicht bemerken.

Während der Zeit der Versuche befanden sich die Hunde in einem halbhängenden Zustande. Die vier Beine des Thieres wurden in Hosen gesteckt, welche mit Schnüren an einem horizontal gerichteten dem Rückgrat des Thieres

1) Medicinisches Centralblatt 1868. No. 23.

2) Lehrbuch der Chirurgie 3. Band p. 236—237, Fig. 188.

parallel verlaufenden Stabe befestigt wurden. Der Stab hieng mit seiner Mitte an einem Stricke, der über eine darüber befindliche Rolle lief.

Um den Darmsaft zu gewinnen, wurden in das isolirte Darmstück stets elastische Katheter eingeführt und mit 2 Fäden über dem Rücken befestigt.

Das freie Ende des Katheters ragte in einen Trichter, dessen Rohr durch ein Loch einer leinenen Binde gesteckt war, die gleichfalls über dem Rücken mit Bändern befestigt den Rand des Trichters fest an die Bauchhaut andrückte. Das Ende des Trichterrohres war mittelst eines nicht luftdicht schliessenden Korkpfropfens in die Mündung eines Kolbens gesteckt, in welchem der Darmsaft gesammelt wurde. Die benutzten Katheter waren die in der Chirurgie gebräuchlichen elastischen englischen Katheter. Ich brachte in denselben zwei Reihen Löcher an, um den Abfluss des Darmsaftes zu erleichtern. Die dickeren Nummern der Katheter erwiesen sich als die besten.

Unter allen Umständen ist es bei den ersten Versuchen, wo das Thier noch nicht gewöhnt ist stille zu stehen, schwer der blutigen Färbung des Darmsaftes zu entgehen. Je unruhiger das Thier sich benimmt, je stärker die Thätigkeit der Bauchpresse ist, desto sicherer kann man auf die Beimischung von Blut zum angesammelten Darmsafte rechnen. Scharfe Ränder der Löcher in den Kathetern sind natürlich zu vermeiden. Was die mehrfachen Löcher selbst anbetrifft, so sind sie unstreitig nöthig. Wenn die Oeffnung der Fistel sehr eng ist, so findet der in der Darmhöhle angehäufte Darmsaft sonst keinen Ausgang und wird wieder durch die Darmwände resorbirt. Eine solche Erscheinung war bei meinem Hunde No. 2 zu bemerken, welcher eine so enge Fistelöffnung hatte, dass dieselbe den Katheter No. 12 fest umfasste. Mit einem Katheter ohne Löcher gab der Hund im Laufe von 3 Stunden kaum einige Tropfen Darmsaft. Wenn man ihm aber einen Katheter mit zwei gegenüberliegenden Reihen von je 10 Löchern eingeführt hatte, so erhielt man mehr als 1—1.5 Grm. Darmsaft während einer Stunde. Das Futter der Hunde bestand während der ganzen Zeit der Versuche hauptsächlich aus rohem Pferdefleisch, täglich 1 Pfd. Wasser erhielten die Hunde nur einmal des Tages, nach Beendigung der Versuche, und blieben dann während des ganzen Tages und der Nacht in der Zeit, wo sie zu den Versuchen dienten, ohne Wasser.

## II. Menge des abgesonderten Darmsaftes.

Es wäre ohne Zweifel sehr interessant zuerst diejenige Menge der von der Darmschleimhaut gelieferten Sekrete kennen zu lernen, welche aus der Fistel bei leer erhaltenem, isolirtem Darmstück, also ohne dass Katheter oder andere Substanzen von Aussen her in dasselbe eingeführt werden, während der verschiedenen Zustände des Thieres, z. B. während der Nüchternheit oder der Verdauung u. s. w. abfliesst.

Thiry wollte eine solche normale Grösse der Absonderung des Darmsaftes

bestimmen. Er unternahm eine Reihe von Versuchen, bei welchen er die Menge des Darmsaftes, die ohne Anwendung irgend welchen direkten Reizes auf die Schleimhaut des isolirten Stückes abgesondert wurde, zu bestimmen suchte. Aus seinen bezüglichen Angaben kann man aber entnehmen, dass seine Resultate keine besonders scharfen gewesen sind. Die Absonderungsquantitäten waren so verschieden, dass es unmöglich ist, eine durchschnittliche Grösse daraus festzustellen. Ganz fest stand Thiry nur das Factum, dass nach dem Essen die Absonderung bedeutend grösser wird. Doch auch diese Regel zeigte Ausnahmen, so verzeichnet er 1 Stunde nach dem Essen 0.994—0.527 und 0.634 Grm. Darmsaft in einer Stunde. 2 Stunden nach dem Essen 1.468—1.112 und 1.658 Grm. $2\frac{1}{2}$ St. nach dem Essen wieder 0.819—0.750 und 0.250 Grm. 5 St. nach dem Essen 1.529—2,219 und 3.735 Grm. in einer Stunde. 7 St. nach dem Essen fiel sie bis 0.718 in einer Stunde und $7\frac{1}{2}$ St. nach dem Essen war sie wieder 2.526 Grm.

Solche schwankende Resultate lassen sich unter den Umständen, unter welchen Thiry seine Versuche anstellte, voraussehen, wenn man die Lage des isolirten Darmstückes in der Bauchhöhle sich vergegenwärtigt. Das isolirte Darmstück liegt in der Bauchhöhle ganz frei; es kann seine Lage mannigfach verändern, denn, da es sich zwischen benachbarten Darmschlingen befindet, so wird es von allen Bewegungen dieser beeinflusst. Es ist deswegen möglich, dass sich das Darmstück knickt und es können sich in demselben Falten bilden, welche den gleichmässigen Abfluss des Darmsaftes verhindern. Die Existenz der erwähnten Form- und Lagenänderung ist nicht nur a priori anzunehmen, sondern man überzeugt sich auch während der Versuche von derselben. Wenn man die elastischen Katheter in's Darmstück täglich einführt, so stösst man häufig auf Hindernisse und überzeugt sich, dass die Richtung, in welcher der Katheter vorwärts geschoben werden kann, nicht immer dieselbe bleibt.

Abgesehen von diesen Umständen kann man die ohne direkte Reizung des isolirten Darmstückes auftretende Absonderung doch nicht als der Norm entsprechend ansehen, denn im normalen Zustande wird der Darm durch die durchgehenden Speisen, wenn man selbst von den chemischen Vorgängen ganz absähe, stets rein mechanisch direkt gereizt und dadurch zu einer stärkeren Absonderung angeregt. Endlich existirt noch ein Umstand, welcher den Gedanken an eine solche Bestimmung einer normalen Absonderunggrösse für längere Perioden nicht aufkommen lässt, das ist die in kurzen Zeiten wechselnde, ungleichmässige mechanische Zusammensetzung des Darmsafts.

Der Darmsaft, den ich aus dem isolirten Stücke erhielt, bestand aus einem dünnflüssigen Antheil und aus einem schleimigen Antheil. In welchem Masse beide Antheile im gegebenen Falle sich mit einander vermischten, hing von Nebenumständen ab.

Ueber die Entleerung der Schleimklumpen muss ich das Folgende bemerken: bei dem Hund No. 1, welcher eine weite Fistelöffnung hatte, gelangten die Schleimklumpen, wenn man den Katheter eingeführt hatte, in der Regel

zwischen diesem und der Darmwand nach aussen, blieben aber theils an dem vorgelagerten Theil der Schleimhaut, theils an der äusseren Oberfläche des Katheters haften und konnten mittelst einer Pincette entfernt werden, nur in einigen Fällen fielen dieselben mit der Flüssigkeit in den Kolben. Beim Hund No. 2, welcher eine sehr enge Fistelöffnung hatte, beobachtete ich am Fisteleingang oder aussen am Katheter nie solche Schleimmassen. Dagegen fand sich das Innere der Kanäle immer mit haftenden Schleimklumpen angefüllt. Legte ich keinen Katheter ein, dann bemerkte ich bei beiden Hunden, dass dem abfliessenden Darmsaft von Zeit zu Zeit grössere mit dem Darmsaft in den Kolben abgeflossene Schleimklumpen sich beimischten.

In Anbetracht der verschiedenen Angaben über die Consistenz des Darmsaftes, der einmal dünnflüssig, das andere Mal nasenschleimähnlich, zähe genannt wird, muss man auf diese Mengung des Darmsaftes aus einem dünnflüssigen und einem darin klumpig zerstreuten schleimigen Bestandtheil, wie sie in meinen Versuchen immer auftrat, ein grosses Gewicht legen.

In den nachfolgenden Tabellen sind einige Bestimmungen enthalten, welche ich bei Sammlung des Darmsaftes mit und ohne Katheter erhielt.

## Tabelle No. 1.

Hund No. 2 (mit enger Fistelöffnung).

| Menge des in einer Stunde abgesonderten Darmsaftes. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Gewicht des Hundes. | Ohne Katheter. | | Mit dem Katheter. | | Nach der Entfernung des Katheters. | |
| | Stunden nach der letzten Mahlzeit. | Abgesonderte Gewichtsmenge. | Stunden nach der letzten Mahlzeit. | Abgesonderte Gewichtsmenge. | Stunden nach der letzten Mahlzeit. | Abgesonderte Gewichtsmenge. |
| 12650 Grm | — | — | 12 | 2.194 Grm. etwas röthlich | 0 | 1.071 Grm. mit einer Masse Schleimklumpen |
| | 17 | 0.0695 Grm. ungefärbt ohne Schleimklumpen | 18 | 3.284 Grm. etwas röthlich | — | — |
| | 12½ | 0.687 Grm. nur ein Schleimklumpen | 13½ | 2.980 Grm. röthlich gefärbt | 14½ | 0.871 Grm. röthlich |
| | 0 | 0 | 1 | 2.235 Grm. röthlich gefärbt | 2 | 0 |
| | 20 | 0 | 0 | 5.767 Grm. röthlich | 1 | 0 |

### Tabelle No. 2.

Hund No. 1, 6897 Grm. schwer (mit weiter Fistelöffnung), gab ohne Katheter in einer Stunde:

| Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Abgesonderte Gewichtsmengen. | Bemerkungen. |
|---|---|---|
| | Grm. | |
| 0 | 0.8395 | Alle mit Schleimklumpen. |
| 2 | 0.4020 | |
| 3 | 0.1650 | |
| 20 | 0.5170 | Nur ein grosser Schleimklumpen |
| 0 | 1.0540 | ebenso |
| 1 | 0.2360 | ohne Schleimklumpen |
| 5 | 1.4060 | ebenso |
| 6 | 1.9420 | mit geringer Quantität Schleim |
| 5 | 1.4290 | ohne Schleimklumpen |
| 6 | 0.4810 | ebenso |
| 7 | 0.2490 | ebenso. |

Aus den Zahlen in diesen Tabellen ist zu entnehmen, dass die Sammlung des Darmsaftes ohne Katheter zu verwerfen ist, obwohl man andererseits bei den Versuchen mit dem Katheter darauf verzichten muss, auch den unregelmässiger auftretenden schleimigen Antheil des Darmsaftes vollständig mit in Rechnung zu bringen. Es lässt sich in Bezug auf den letzteren aber auch überhaupt gar nicht ermessen, wieviel davon jeweilig an der Darmschleimhaut haften bleibt.

Alle spätern quantitativen Bestimmungen habe ich bei eingeführtem Katheter vorgenommen, sie betreffen also vorzüglich den dünnflüssigen Antheil des Sekretes, in welchem aber, wie wir später sehen werden, unter dem Mikroskop noch Schleimkörperchen nachgewiesen werden konnten.

### Tabelle No. 3.

Hund No. 2. Zeit der Beobachtung in Stunden nach der letzten Mahlzeit.

| Menge des in einer Stunde abgesonderten Darmsaftes. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Absonderungs-Quantität. | Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Absonderungs-Quantität. | Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Absonderungs-Quantität. |
| | Grm. | | Grm. | | Grm. |
| 0 | 2.200 blutig | 1 | 1.884 blutig | — | — |
| 4 | 1.872 röthlich | 5 | 2.753 rein | 6 | 1.514 rein |
| 1 | 3.6225 röthlich | 2 | 1.207 rein | — | — |
| 0 | 4.009 röthlich | 1 | 2.670 roth | 2 | 3.191 roth |

| Menge des in einer Stunde abgesonderten Darmsaftes. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Absonderungs-Quantität. | Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Absonderungs-Quantität. | Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Absonderungs-Quantität. |
| | Grm. | | Grm. | | Grm. |
| $0^h$ 20′ | 1.105 schwach röthlich | $1^h$ 20′ | 2.938 ebenso | — | — |
| $6^h$ 30′ | 2.650 röthlich | $7^h$ 30′ | 4.262 roth | $8^h$ 30′ | 3.413 röthlich |
| 0 | 1.8945 röthlich | 1 | 2.557 rein | — | — |
| $4^h$ 30′ | 3.079 rohe | $5^h$ 30′ | 0.8165 rein | — | — |
| 0 | 2.310 rein | 1 | 3.065 rein | — | — |
| $0^h$ 30′ | 2.131 rein | — | — | — | — |
| 13 | 1.355 rein | 0 | 3.138 röthlich | — | — |
| 14 | 2.700 rein | 1 | 2.806 rein | 2 | 3.167 rein |
| 13 | 0.181 rein | 14 | 0.407 rein | 3 | 1.478 rein |
| 2 | 1.701 röthlich | 3 | 0.921 rein | 4 | 1.891 rein |

## Tabelle No. 4.

Hund No. 1. Zeit der Beobachtung in Stunden nach der letzten Mahlzeit.

| Menge des in einer Stunde abgesonderten Darmsaftes. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Absonderungs-Quantität. | Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Absonderungs-Quantität. | Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Absonderungs-Quantität. |
| 24 | während 3 Stunden 1.680 Grm. etwas blutig | | | | |
| 24 | während 2 Stunden 1.274 Grm. ebenso | | | | |
| 21 | während 2 Stunden 3.293 etwas blutig | | | | |
| 24 | 1.936 etwas blutig | — | — | — | — |
| 23½ | in 2 Stunden 0.604 Grm. ganz rein | | | | |
| $0^h$ 30′ | in 2 Stunden 1.226 Grm. ebenso | | | | |
| 0 | 0.878 blutig | 1 | 0.859 blutig | — | — |
| 0 | in 2 Stunden 0.838 Grm. etwas blutig | | | | |
| 0 | 1.4395 blutig | 1 | 0.838 blutig | — | — |
| 0 | 0.773 blutig | 1 | 1.335 blutig | 2 | 1.8725 blutig |
| 0 | 1.5025 rein | 1 | 0.898 rein | 2 | 0.514 rein |
| 0 | 1.2995 röthlich | 1 | 1.650 röthlich | 2 | 2.406 röthlich |

| Menge des in einer Stunde abgesonderten Darmsaftes. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Abgesonderte Quantität. | Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Abgesonderte Quantität. | Stunde nach der letzten Mahlzeit. | Abgesonderte Quantität. |
| | Grm. | | Grm. | | Grm. |
| 0h 30′ | 0.988 röthlich | 1h 30′ | 1.657 röthlich | 2h 30′ | 0.985 röthlich |
| 0 | 1.6125 röthlich | 1 | 1.395 röthlich | 2 | 2.709 röthlich |
| 0 | 1.513 röthlich | 1 | 1.2155 röthlich | — | — |
| 0 | 1.3410 röthlich | 1 | 0.532 röthlich | 2 | 0.383 röthlich |
| 0 | 2.0105 rein | 1 | 1.429 rein | — | — |
| 0 | 2.0005 rein | 1 | 2.622 rein | 2 | 2.0335 rein |
| 0 | 2.070 rein | 1 | 2.216 rein | — | — |
| 0 | 3.392 rein | 1 | 2.5715 rein | 2 | 1.739 rein |
| 0 | 1.290 rein | 1 | 0,822 rein | 2 | 0.931 rein |
| 0 | 3.416 rein | 1 | 3.556 rein | 2 | 3.858 rein |
| 0 | 2.578 rein | 1 | 3.5345 rein | 2 | 4.342 rein |

Von dem isolirten Darmstück konnte man also durchschnittlich 2,27 Grm. (Hund No. 2) — 1.79 Grm. (Hund No. 1) durch einen eingelegten Katheter erhalten. Ich wage es nicht, auf Grund dieses Durchschnittswerthes mich auf Schätzungen oder gar Berechnungen der von dem ganzen Dünndarm stündlich abgesonderten Menge des Darmsaftes einzulassen. Es ist namentlich, wie man sieht, der schleimig-zähe Antheil des Darmsaftes, welcher einer solchen Bestimmung die grössten Schwierigkeiten entgegenstellt.

Bei den Versuchen mit der Sammlung des Sekretes unter dem Einflusse der reizenden Canüle stellte sich heraus, dass die Beimischung des schleimigen Antheiles mit der Zeit der Reizung zunimmt. Die ersten Portionen des gesammelten Darmsaftes sind immer durchsichtiger, je länger die Reizung mit der Canüle dauerte, desto trüber wurde der abgesonderte Darmsaft.

Ich schritt nun zu Versuchen über die Absonderung des Darmsaftes unter dem Einfluss electrischer Reizung. Solche Versuche wurden auch schon von Thiry ausgeführt. Es lag mir daran, diese Versuche zu wiederholen, aus Gründen, die später erwähnt werden sollen.

Ich bediente mich dazu derselben elastischen Katheter mit eingeschnittenen Löchern, deren ich früher erwähnte. Ueber die ganze Länge der äussern Oberfläche des Katheters waren einander gegenüberliegend zwei Platinbleche mit Glaskitt aufgeklebt, an deren unteren Enden Platindrähte angelöthet wur-

den, die wieder mit umsponnenen Kupferdrähten verbunden waren. Die Reizung wurde mit einem Dubois'schen Schlittenapparat (primäre Spirale 160 Windungen mit eingelegtem Eisenkern, secundäre Spirale 6245 Windungen ein Chromsäurekohleelement als Electromotor) bewirkt.

Die secundäre Spirale wurde so weit aufgeschoben, bis der Hund unruhig zu werden anfing, und dann wieder so weit entfernt, dass der Hund sich eben ruhig verhielt.

Jedesmal wurde zuerst durch 1/4 Stunde die Canüle mit den Electroden eingeführt, dann in der darauffolgenden 1/4 Stunde gereizt, dann liess ich eine ebensolange Pause folgen.

Stellte ich solche Versuche am Morgen an, wo also in der vorausgehenden Zeit das isolirte Darmstück längere Weile im leeren Zustande sich befand, so enthielt der gesammelte Darmsaft nur eine sehr geringe Menge von der erwähnten schleimigen Masse. Wenn ich dagegen vorher schon Darmsaft mittelst eines eingelegten Katheters gesammelt hatte, so konnte darauf auch der Katheter entfernt und einige Zeit Ruhe gelassen werden, und immer noch zeigte sich dann, dass das mittelst der electrischen Reizung gewonnene Sekret auffallend reich an zähen Schleimmassen war.

Im Allgemeinen sind die Resultate der electrischen Reizung jenen, welche Thiry erhielt, ganz ähnlich. Unter dem Einflusse des Inductionsstromes wird die Absonderung bedeutend grösser.

## Tabelle No. 5.

### Hund No. 1.

| Gewicht des Hundes | Menge des Darmsaftes während 1/4 Stunde. | | | | | | Bemerkungen. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ohne Reizung | ohne Reizung | mit Reizung | ohne Reizung | mit Reizung | ohne Reizung | |
| 6670 Grm. | 0.752 Grm. | 0.357 Grm. | 1.766 Grm. | 0.511 Grm. | 2.455 Grm. | 0.554 Grm. | In den electrischen Portionen viele zähe, durchsichtige u. klumpige Schleimmassen. 6 St. nach der letzten Mahlzeit. |
| 6685 Grm. | 0.5475 Grm. | 0.765 Grm. | 1.313 Grm. | 0.542 Grm. | 0.491 Grm. | 1.194 Grm. | In allen Portionen waren kaum bemerkbare Quantitäten von Schleim und zähen Massen. 15 St. Hunger. |
| | 0.937 Grm. | 0.692 Grm. | 1.689 Grm. | 0.588 Grm. | 0.233 Grm. | 1.9335 Grm. | Alle Portionen während und nach der Reizung enthalten viele schleimartige und zähe Massen. 6 St. nach der letzten Mahlzeit. |
| | 0.359 Grm. | 0.369 Grm. | 0.492 Grm. | 0.367 Grm. | 0.379 Grm. | 0.741 Grm. | Sehr wenig schleimartige und zähe Massen, sogar in electrischen Portionen. 26 St. Hunger. |

Da Thiry und Quincke bei ihren Versuchen von der Anwesenheit des schleimigen Antheiles des Darmsaftes nichts erwähnen, während andererseits in den Versuchen von Frerichs und Busch gerade dieser Antheil hauptsächlich berücksichtigt erscheint und das Auftreten der Schleimflocken in dem Sekret aus den Fisteln meiner Hunde ein verhältnissmässig variables war, so konnte man sich die Frage aufwerfen, ob diese Abweichungen etwa ihren Grund in krankhaften Veränderungen der Darmschleimhaut haben, die nur in Thiry's Versuchen sich nicht geltend gemacht haben. Wäre das der Fall, dann müssten Thiry's Versuche als diejenigen bezeichnet werden, welche den normalen Verhältnissen im Organismus am meisten entsprechen.

Von diesem Standpunkte aus schien es mir nothwendig, vergleichende Untersuchungen darüber anzustellen, ob das Sekret, wie ich es aus dem isolirten Darmstücke der mit permanenten Fisteln versehenen Hunde erhielt, wirklich dem entsprechend ist, welches der Darm gesunder Thiere für gewöhnlich absondert.

Es ist mir nicht bekannt, dass solche Probeversuche bisher angestellt wurden. Bei der Schnelligkeit, mit welcher in Folge von electrischer Reizung grössere Mengen von Darmsaft gewonnen werden können, hielt ich es für nicht unwahrscheinlich, dass mittelst der Application electrischer Reize auch ganz unmittelbar aus frisch blossgelegten Darmstücken gesunder Thiere Sekret in einer für eine genauere Untersuchung brauchbaren Menge gewonnen werden könne. Ich stellte darum die nachfolgenden Versuche an.

Einem Hund, der 24—48 Stunden gehungert hat, wurde, ohne dass er narkotisirt wurde, die Bauchhöhle durch einen Schnitt in der linea alba auf dem Operationstische eröffnet und dann eine Darmschlinge hervorgezogen. An derselben werden in einem Abstande von etwa 10—12 Ctm. 2 Ligaturen angelegt, die sehr fest den Darm zusammenschnüren, wobei man grössere Mesenterialgefässe sorgfältig zu vermeiden hat. Zwischen den angelegten Ligaturen und neben denselben werden noch zwei Fadenschlingen an den Darm gelegt, die vorderhand offen bleiben. Zwischen den Ligaturen und den Fadenschlingen wird nun der Darm mit der Scheere durchschnitten, so dass man ein von dem übrigen Darmkanal isolirtes Darmstück von etwa 12—15 Ctm. Länge bekommt. Dieses Darmstück wird zunächst durch mehrmaliges Durchspritzen von lauwarmem Wasser (35°—40° C.) gereinigt, zuletzt wird durch sorgfältiges Bestreichen das Wasser aus dem Darmstücke möglichst entfernt. Die eine der früher angelegten Fadenschlingen wird nun zusammengeschnürt, in das noch offene Ende dagegen eine mit Electroden versehene Canüle eingelegt und mit der zweiten Fadenschlinge der Darm um den unteren Theil der hineingeführten Canüle gebunden. Ueber dem aus dem Darm hervorragenden Ende der Canüle befindet sich ein Kork, der in den Hals eines Fläschchens, aber nicht luftdicht passt, in welchem der Darmsaft gesammelt werden soll.

Während der Versuche werden das zu reizende Darmstück so wie auch die Oeffnung in der Bauchhöhle und andere hervorragende Darmschlingen, um

sie zu schützen, mit einem in laues Wasser getauchten und wieder ausgewundenen Tuche bedeckt.

Von Zeit zu Zeit beobachtete ich den Puls der Mesenterial-Gefässe, um zu sehen, ob keine Cirkulationsstörungen am Darm aufgetreten sind. Es zeigte sich, dass der Puls während längerer Zeit bei den Versuchen ganz regelmässig erfolgte.

Zuerst wird das fertig präparirte und mit der Canüle ausgestattete Darmstück wieder der Reizung durch ¼ Stunde unterworfen, dann blieb es 10—15' wieder ruhig und die nächste ¼ Stunde folgte wieder die Reizung. Hierauf wurden die Versuche mit einer anderen neu isolirten Darmschlinge angestellt. In allen Versuchen bemerkte ich eine Ansammlung von Sekret im Fläschen.

Nach anderthalb Stunden vom Anfange der Versuche gerechnet, war das Thier sehr ermüdet und die Quantitäten des abgesonderten Darmsaftes verminderten sich bis auf ein Minimum.

Mit zwei Hunden machte ich nur qualitative Versuche. Spätere Versuche an noch zwei Hunden wurden mit Wägung der abgesonderten Quantitäten des Darmsaftes und mit Untersuchung der physiologischen Wirkung desselben verbunden.

## Tabelle No. 6.

| No. der Portionen. | Zeit. | Gewichtsmenge in Grm. | Reizung. | Eigenschaften des Darmsaftes. |
|---|---|---|---|---|
| I. | 7' | 1.958 | Mit Reizung | Dünnflüssig, schwachgrün, halbdurchsichtig, ohne Schleimklumpen. |
| II. | 8' | 1.226 | Mit Reizung | Zähe, dick, etwas grün, trüb mit schleimartigen Klumpen. Es war also der Darm nicht hinreichend lange ausgewaschen. |
| III. | 10' | 0.349 | Ruhe | Dünnflüssig, durchsichtig, opalisirend. Farbe des gewöhnlichen Darmsaftes. Ohne Schleimklumpen. |
| IV. | 15' | 1.290 | Reizung | Dicklich, trüb mit Schleim und von normaler Farbe. |
| Nach dreiviertel Stunden wurde die Canüle aus der gereizten Darmschlinge hervorgezogen und in eine andere Darmschlinge eingeführt. | | | | |
| V. | 7' | 1.257 | Mit Reizung | Dünnflüssig, normaler Farbe. |
| VI. | 8' | 0.874 | Mit Reizung | Durchsichtig, zähe, mit schleimartigen Theilen, etwas röthlich gefärbt. |
| VII. | 10' | 0.157 | Ruhe | Dieselbe Eigenschaften, doch die Flüssigkeit ist nicht zähe. |
| VIII. | 15' | 0.779 | Reizung | Dicke, zähe, trübe Flüssigkeit, etwas roth gefärbt mit Schleimklumpen. |

Tabelle No. 7.

| No. der Portionen. | Zeit. | Quantitäten in Grm. | Reizung. | Eigenschaften des Darmsaftes. | Der gereizte Darm. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 15′ | 1.6155 | Reizung | Die Eigenschaften der gewonnenen Portionen sind den vorigen ganz entsprechend. | jejunum |
| II. | 15′ | 0.386 | Ruhe | | |
| III. | 15′ | 1.329 | Reizung | | |
| Nach 10′ wird eine zweite Darmschlinge vorgenommen. | | | | | |
| IV. | 15′ | 0.591 | Reizung | Ebenso. | ileum. |
| V. | 15′ | 0.153 | Ruhe | | |
| VI. | 15′ | 0.4825 | Reizung | | |

Aus diesen Tabellen ersieht man, dass der durch electrische Reizung frisch blossgelegter Därme gewonnene Darmsaft nicht nur seinem Ansehen nach, sondern auch seiner Menge nach von dem durch electrische Reizung gewonnenen Darmsafte der Fistelhunde nicht auffällig abweicht.

In Bezug auf die Versuche von Frerichs, welche mit den eben besprochenen einigermassen übereinstimmen, habe ich ausser der electrischen Reizung nur noch den wesentlichen Unterschied hervorzuheben, dass durch die eingelegte Canüle dem jeweilig gelieferten Sekrete ein direkter Abfluss verschafft wurde, während in vollständig unterbundenen Darmstücken das Sekret angehäuft wird und einzelne Bestandtheile durch Resorption wieder aus demselben schwinden können.

## III. Bestandtheile und Eigenschaften des Darmsaftes.

Der Darmsaft stellt eine gelbliche, trübe, eigenthümlich aromatisch riechende Flüssigkeit dar, welcher in variablen Mengen schleimartige Flocken beigemischt sind. Letztere enthalten Mucin, da sie durch verdünnte $C_2H_4O_2$ sich trüben, ihre Durchsichtigkeit verlieren, weiss und hart werden, und in einem Ueberschusse von $C_2H_4O_2$ sich nicht lösen. Unter dem Mikroskope findet man im Darmsafte zahlreiche, runde, granulirte Zellen (Schleimkörperchen), unter Umständen sind rothe Blutkörperchen beigemischt. Wie schon erwähnt wurde, wird der Darmsaft um so trüber und undurchsichtiger, je stärker und je länger dauernd die Reizung war, welcher die Schleimhaut unterworfen wurde.

Der filtrirte Darmsaft hat mit einigen Einschränkungen, die von Thiry und Quincke angegebenen Eigenschaften. Er ist schwach opalisirend, von

stark alkalischer Reaction und braust bei Zusatz von Säuren auf. Sein specifisches Gewicht beträgt 1.0112 (Mittel aus 5 Versuchen). Alkohol giebt einen reichlichen, flockigen, weissen Niederschlag von Eiweisskörpern. Tannin erzeugt im neutralen so wie auch in den mit $C_2H_4O_2$ angesäuerten Darmsafte reichliche Niederschläge. ClH, so wie auch $NHO_3$ geben voluminöse Fällungen. $C_2H_4O_2$ giebt eine schwache Trübung, die im Ueberschusse der Säure sich wieder löst, es bleibt nur eine stärkere Opalescenz, welche auch beim Kochen nicht verschwindet.

Sublimat und Ferrocyankalium geben im alkalischen und auch im angesäuerten Darmsafte Fällungen. $SCuO_4$, $Fe_4Cl_6$ erzeugen im Darmsafte ebenfalls Niederschläge. Millon'sches Reagens giebt die Eiweissreaction.

Das Filtrat des mit Alkohol gefällten Darmsaftes trübt sich, bis zur Syrupconsistenz abgedampft, bald und unter dem Mikroskope bemerkt man eine Menge von das Licht stark brechenden Conglomeraten. Diese bestehen aus concentrisch geschichteten Ablagerungen, welche den Leucinconglomeraten sehr ähnlich sind. Mit schwacher Essigsäure angesäuert wird der Darmsaft beim Kochen trübe und giebt schliesslich einen reichlichen, flockigen Niederschlag von Eiweiss. Durch Kochen des angesäuerten Darmsaftes ist es unmöglich, alle Eiweisskörper auszuscheiden, da das Filtrat des durch Kochen desalbuminisirten Darmsaftes noch charakteristische Eiweissreactionen giebt. Zur Analyse des Darmsaftes wurde die von Thiry gebrauchte Methode angewendet. Der zu analysirende Darmsaft wurde in 2 Portionen getheilt, die eine diente zur Bestimmung des Wassers, die andere aber zur Untersuchung des Gehaltes an Eiweissstoffen und Salzen.

Das durch Wärme gerinnbare Eiweiss wurde durch Kochen mit verdünnter $C_2H_4O_2$ ausgeschieden. Das auf einem Filter gesammelte Eiweiss wurde mit Wasser ausgewaschen und bei 110°—115° C. im Luftbade getrocknet. Das Filtrat, mit dem Waschwasser vereinigt, wurde abgedampft, zur Bestimmung der sonstigen organischen Substanzen ebenso getrocknet und endlich zur Bestimmung der Asche verbrannt.

## Tabelle No. 8.

| | Specifisches Gewicht. | Wasser. | Eiweiss. | Sonstige organische Substanzen. | Salze. |
|---|---|---|---|---|---|
| Hund No. 1. | 1.0116 | 98.1420 | — | — | — |
| | 1.0110 | 98.1334 | 0.7227 | 0.2566 | 0.8859 |
| | 1.0127 | 98.4489 | — | — | — |
| | — | 79.9682 | — | — | — |
| Hund No. 2. | 1.0115 | 98.3988 | — | — | — |
| | 1.0124 | 98.3080 | — | — | — |

## IV. Wirkungen des Darmsaftes.

Man geht gewöhnlich darauf aus in dieser Beziehung die Wirkungen des Darmsaftes auf Stärke und auf Eiweisskörper zu untersuchen.

### a) Versuche mit Stärkekleister.

Während der 4monatlichen Dauer meiner Untersuchungen gelang es mir, entgegen den Angaben Thiry's mich stets von den zuckerbildenden Eigenschaften des Darmsaftes zu überzeugen. Obgleich dies der Fall war, so erhielt ich doch niemals eine so schnelle Wirkung, wie Schiff sie beobachtet haben will, auch wenn ich nicht, wie gewöhnlich, filtrirten Darmsaft, sondern die in Wasser vertheilten Schleimflocken, welche ich aus dem isolirten Darmstücke sammelte, in Wasser vertheilte und damit die Versuche anstellte. Ich fand vielmehr und zwar im Gegensatz zu Leube, der gerade die Flocken für die Stärkeverdauung hauptsächlich verantwortlich machte, dass der im Wasser vertheilte Schleim weniger rasch die Stärke umwandelte, als der filtrirte Darmsaft.

Stärkekleister, welcher mit ein Paar Tropfen Darmsaftes in den Brütofen bei 35⁰—40⁰ C. gestellt wird, giebt schon nach 2 Stunden Zuckerreactionen. Der Darmsaft aus den Fisteln wurde zu diesen Versuchen in allen Zuständen, die sich mir darboten, wasserhell, filtrirt, getrübt, unfiltrirt, mit beigemischten zusammenhängenden Schleimklumpen, und auch etwas blutig gefärbt, angewendet. In allen diesen Fällen war die Zeit, nach welcher sich das Auftreten von Zucker in dem Gemisch von Darmsaft und Kleister gut nachweisen liess, ungefähr dieselbe. Ebenso verhielt sich der, durch mechanische Reizung, ferner der durch electrische Reizung, endlich auch der in der früher angegebenen Weise aus dem unmittelbar zuvor blossgelegten Darme gesunder Thiere gewonnene Darmsaft, in Bezug auf die Schnelligkeit, mit welcher er Zuckerreactionen im Stärkekleister hervorbrachte, ziemlich gleich.

Ich konnte, wie gesagt, bei Anwendung des Darmsaftes aus den Fisteln meiner beiden Hunde stets nach 2 Stunden, bei einer Temperatur von 35⁰—40⁰ C., deutlich Zucker im Stärkekleister nachweisen.

Der Darmsaft von einem Hunde, der aus einer aus der eben eröffneten Bauchhöhle hervorgezogenen Darmschlinge gesammelt wurde, wirkte aber so energisch auf die Stärke, dass schon nach $^1/_4$ Stunde eine deutliche Zuckerreaction nachzuweisen war.

Bei einem Hunde, Tabelle 7, Seite 80 wurden die III. und VI. Portion zur Untersuchung der diastatischen Wirkung des Saftes genommen. Die erste stammte aus dem Jejunum, die zweite aus dem Ileum. Beide verwandelten nach 1 $^1/_2$ St. beträchtliche Mengen von Stärke in Zucker. Derselbe Darmsaft zeigte, als sein Verhalten gegen Fette in einer später zu erwähnenden Weise geprüft wurde, keine zersetzende Wirkung auf die Fette, ein Beimengung von pancreatischem Safte war somit nicht vorhanden.

Ich ging nun daran, nach dem Vorgange von Thiry, der dem Darmsafte, wie schon angeführt, seine Wirkung auf die Stärke abspricht, dünnflüssigen Stärkekleister in das isolirte Darmstück selbst einzuführen, um durch eine genaue Beobachtung der in dem Kleister auftretenden Veränderungen mich von der Uebereinstimmung oder Abweichung der Ergebnisse der Versuche innerhalb des Darmrohres mit den früher ausserhalb desselben angestellten zu überzeugen. Allein wenn die Menge des injicirten Kleisters nicht mehr betrug als etwa 10 Cc., so konnte ich schon nach einer Viertelstunde eine auch nur einigermassen beträchtliche Menge von Flüssigkeit auf ein Mal aus der Fistel nicht mehr entleeren. Dass der eingebrachte dünnflüssige Kleister nicht etwa schon vor dem Versuche ihn wieder zu entleeren durch Ausfliessen aus dem isolirten Darmstücke verschwand, davon überzeugte ich mich vollends. Der Hund wurde auf die Seite gelegt und nach der Injection des Darmstückes mit Kleister, die Fistelöffnung mit einer Glasplatte fest bedeckt, so dass man jeden Tropfen, der allenfalls aus dem Darmstücke herausfloss, hätte sehen müssen. Ein solches Rückfliessen wurde aber unter den genannten Umständen niemals beobachtet.

Ich konnte in einzelnen Versuchen die Glasplatte schon 10′ nach Einführung des Kleisters abnehmen und aus der Fistel sogar nach Einführung einer durchlöcherten Canüle ins Darmstück die Menge der eingeführten Flüssigkeit nicht mehr wieder erhalten. Wurde hierauf der Darm mit ein wenig destillirtem Wasser ausgespritzt, so konnte man in demselben, obwohl es Reste des eingespritzten Kleisters beigemischt enthielt, doch nicht einmal Spuren von Zucker nachweisen.

Ich richtete mich nun so ein, dass ich in den Darm ein zusammenhängendes Stück sehr dick gekochten Kleisters in einem Tüllsäckchen einführte. Zog ich dasselbe, 2 Stunden nach der Einführung in die Fistel, wieder zurück, so enthielt es noch eine beträchtliche Menge Stärke, spülte ich nun das Säckchen mit seinem Inhalt mit Wasser ab, so gelang es fast ebenso häufig, als es bei den Versuchen misslang, in dem Spülwasser ein positives Resultat mit der Trommer'schen Probe zu erhalten. Die Ergebnisse beider Versuchsreihen sprechen nur dafür, dass der Zucker, welcher im Darm gebildet wird, sehr rasch resorbirt wird, so dass es nicht immer gelingt, den gebildeten Zucker aus der Darmhöhle für die chemische Probe zu gewinnen. Lässt man Stärkekleister mit Darmsaft in einem Kolben während 17—24 Stunden bei 35—40° C. stehen, so entwickelt sich in der Flüssigkeit saure Reaction, Lackmuspapier wird davon geröthet. Wenn ich früher von erhaltenen Zuckerreactionen sprach, hatte ich dabei immer die Trommer'sche Probe im Auge, welche mir bei allen meinen Versuchen zunächst diente.

Obwohl man sie in den von mir angestellten Proben als genügend für den Nachweis von Zucker annehmen könnte, da die Herkunft der reducirenden Substanz aus dem Stärkekleister wohl die fast allein zulässige Annahme ist, so habe ich doch nicht unterlassen, den Zuckergehalt meiner Proben auch noch

auf andere Weise zu constatiren. So versetzte ich die Flüssigkeit, welche durch die Wirkung des Darmsaftes einmal die Trommer'sche Reaction ergab, in Gährung.

Solche Gährungsversuche stellte ich in Gaseprouvetten oder über Quecksilber an und überzeugte mich immer durch Gegenversuche, dass die benutzte Hefe mit destillirtem Wasser angerührt für sich kein Gas entwickelte. Das über Quecksilber aufgefangene Gährungsproduct meiner Versuche wurde durch eingeführtes Kali sofort begierig absorbirt. Endlich habe ich aus vereinigten Portionen von das Verdauungsprodukt der Stärke enthaltendem Darmsafte vermittelst essigsaurem Blei und Ammoniak einen Niederschlag erhalten, den Bleiniederschlag mit Oxalsäure zerlegt, das Filtrat der Gährung unterworfen und so eine grosse Menge $CO_2$ erhalten.

Niemals war die erhaltene Zuckermenge so gross, dass sie mit dem Polarisationsapparate hätte nachgewiesen werden können. Benutzte ich zu den Versuchen mit dem aus der Fistel gewonnenen Darmsafte rohe Stärke, und zwar so, dass ich letztere geschüttelt mit Wasser und einigen Tropfen des Darmsaftes, in den Brütofen stellte, so zeigte sich die Zuckerreaction ebenfalls, erst nach $2^1/_2$—3 Stunden, oder noch später.

### *b*) Versuche mit Eiweisskörpern.

Ich wendete mich in dieser Beziehung zunächst Versuchen mit rohem Blutfibrin zu.

Gewöhnlich benutzte ich zu den Versuchen 5—10 Cc. filtrirten, reinen Darmsaftes und stellte ihn mit einem Faden frischen zwischen Filtrirpapier gut ausgepressten Fibrins bei 35°—40° C. durch 2—5—10—24—48 Stunden in den Brütofen.

Nur ganz geringe Mengen von Fibrin wurden durch den Darmsaft verdaut und nicht früher als nach 20—24—48 St. bei 35°—40° C. Grössere Stücke von frischen Fibrin veränderten sich nur theilweise. Die Opalescenz des Darmsaftes wird zuerst stärker, dann tritt eine sichtbare Trübung auf, die Flocken quellen auf und verändern ihre Form. Nur kleinere Fäden des frischen Fibrins, die nicht dicker als ein Pferdehaar und ungefähr 1—2 Ctm. lang waren, lösten sich nach 20—24 St. vollkommen auf. Nach 2—5 St. konnte ich nie eine Veränderung des Fibrins bemerken. Nach 5 St. wird sogar die Opalescenz des Darmsaftes, in welchem die Fibrinfäden liegen, nicht auffallender. Beim Hunde No. 1 war die Verdauung nicht früher als nach 20 St. vollendet. Der Darmsaft des Hundes No. 2 verlangte sogar noch mehr Zeit und das Minimum war 24 St. Die durch electrische Reizung gewonnenen Portionen des Darmsaftes der beiden Hunde wirkten ganz gleich wie die Portionen des durch die Reizung mit der Canüle erhaltenen Darmsaftes. Der durch electrische Reizung gewonnene Darmsaft des frisch isolirten Darmstückes in Versuch No. I der Tabelle 6 verdaute sehr energisch grosse Stücke Fibrins. Der Faden etwas grösser als die gewöhnlich zu den Versuchen gebrauchten löste sich nach 3 St.

ohne Spur auf. Ein grosses Stück Fibrin, welches in dieselbe Eprouvette um 7 Uhr Abends zugesetzt war, löste sich bis zum Morgen vollkommen auf. Für diesen Versuch ist aber anzunehmen, dass der Saft Pankreassekret beigemengt enthielt.

Der Versuch mit dem frisch operirten Hunde No. 2, bei welchem der Darmsaft aus Jejunum und Ileum erhalten wurde, und bei der hier vorgenommenen Prüfung seiner Reaction auf Fette keine Beimengung von pankreatischem Safte erkennen liess, ergab Resultate, die mit den gewöhnlichen Beobachtungen mehr übereinstimmen. Wurde der Faden Fibrin zweimal grösser als zu den gewöhnlichen Versuchen genommen, so war er nach 24 Stunden aufgequollen noch vorhanden, etwas kürzer und die Flüssigkeit, in welcher er sich befand, etwas getrübt.

Dazu muss ich bemerken, dass in keinem der Verdauungsversuche die Flüssigkeit, wenn sie 48 Stunden im Brütofen gestanden hatte, einen fauligen Geruch annahm, es trat vielmehr stets der charakteristische Geruch des Darmsaftes hervor. Nur in 2 Fällen war nach vollständiger Auflösung des Fibrins der für das Dünndarmcontentum charakteristische Geruch zu bemerken. Das trat übrigens erst nach mehr als 48 St. ein.

Was die Verdauungsproducte des Fibrins betrifft, so gaben einige vereinigte Portionen, welche das Fibrin ganz verdaut hatten und dann filtrirt wurden, fast alle sogenannten Peptonreactionen, welche Leube mittheilt. Nämlich:

1) Die nicht desalbuminisirte Lösung wurde bei Zusatz von absolutem Alkohol in voluminösen Flocken gefällt.

2) Beim Kochen mit verdünnter $C_2H_4O_2$ gab dieselbe starke Flocken von geronnenem Eiweisse. Eine auf solche Weise desalbuminisirte, filtrirte und opalescirende Lösung von sog. Peptonen, die durch Erhitzen nicht mehr gerann, wurde zu den folgenden Reactionen gebraucht.

3) $NHO_3$ im Ueberschuss färbte beim Kochen die Flüssigkeit mit gelber Farbe, welche bei Zusatz von $NH_3$ tief gelb wurde.

4) Mit Millon'schem Reagens entstand die bekannte Eiweisskörperreaction.

5) Mit NaHO und einer Spur von $SCuO_4$ gab die Flüssigkeit eine violettrothe Färbung.

6) Tannin gab einen flockigen Niederschlag, der im Ueberschusse des Reagens sich nicht auflöste.

7) ClHg, $SCuO_4$, $Fe_4Cl_6$ gaben ebenfalls einen solchen Niederschlag, das letztere Reagens löste jedoch im Ueberschusse zugesetzt den Niederschlag wieder auf.

8) Ferrocyankalium gab in der mit $C_2H_4O_2$ angesäuerten Lösung einen Niederschlag.

9) Die Filtration durch Filtrirpapier, welche bei der nicht desalbuminisirten Flüssigkeit sehr schwer von statten ging, gelang sehr leicht, sobald das durch Kochen geronnene Eiweiss entfernt wurde.

Ich muss aber bemerken, dass der reine Darmsaft schon für sich allein alle angeführten Reactionen gab. Wenn man die von Leube beschriebenen Reactionen als charakteristisch für Peptonlösung ansehen würde, so müsste man annehmen, dass die sog. Peptone im Darmsafte präexistiren.

Mit Berücksichtigung dieser Thatsache sieht man aber leicht ein, dass man sich von der Anwesenheit eines bestimmt charakterisirten Produktes der Fibrinverdauung durch die angeführten Reactionen nicht überzeugen kann. Die Versuche über Verdauung von geronnenem Hühnereiweiss gaben mir nur negative Resultate.

Die scharfen Kanten von Eiweisswürfeln und die Grösse der letzteren blieben im Darmsafte unverändert. Der Darmsaft, in welchem die Würfel sich befanden, veränderte auch sein Aussehen nicht; er blieb ganz durchsichtig und klar. Die Versuche wurden 24—48 St. bei 35⁰—40⁰ C. fortgesetzt.

*c)* Versuche mit Fetten.

Was die Wirkung des Darmsaftes auf Olivenöl und Butter anbetrifft, so bestätigen meine Untersuchungen die negativen Resultate der früheren Experimentatoren. Ich emulgirte reines Olivenöl mit Gummilösung und mischte es dann dem Darmsafte bei, oder vermengte es mit dem Darmsafte selbst, der übrigens eine nicht haltbare Emulsion giebt, und liess unter Zusatz von Lackmustinktur das Gemisch im Brütofen bei 35⁰—40⁰ C. im verschlossenen Glase 20—24 Stunden stehen. Butter löste ich zuerst in Aether und mischte sie dann mit dem Darmsafte unter Zusatz von Lackmus. In keinem Falle gelang es mir, eine Fettzersetzung zu bekommen, obgleich die Versuchsportionen zuweilen 48 St. im Brütofen stehen blieben. Wollte ich die Anwesenheit des pankreatischen Saftes im Darmsafte von frisch operirten Hunden entdecken, so liess ich den erwähnten Darmsaft mit ätherischer Butterlösung und einem Tropfen Lackmustinctur gemischt zwischen gut schliessenden Uhrgläschen stehen und beobachtete den Erfolg.

## V. Autopsie.

Bei der Autopsie meiner Versuchsthiere, die bei dem Hunde No. 1. 5 Monate nach der Operation und beim Hunde No. 2. 3½ Monate nach der Operation vorgenommen wurde, konnte man sich überzeugen, dass sowohl das isolirte Darmstück als auch der ganze übrige Darmkanal ein normales Ansehen hatten. Die Narben an der Vereinigungsstelle der Darmenden waren deutlich zu bemerken. Das isolirte Darmstück war an dem einen Ende blindsackförmig geschlossen, mit dem andern Ende in die Bauchwunde nett eingewachsen. Beim Hunde No. 2. war die Narbe der vereinigten Darmenden 127 Ctm. vom Pylorus und 78.5 Ctm. vom Coecum, und beim Hunde No. 1. 106 Ctm. vom Pylorus und 45 Ctm. vom Coecum entfernt. Das isolirte Darmstück ergab nunmehr beim Hunde No. 1. eine Länge von 13 und beim Hunde No. 2. eine Länge von 17 Ctm.

---

V.

# Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Batrachier.

(Das Ei vom Bufo cinereus zur Zeit der Entwicklung der Rusconischen Höhle.)

Von

**Dr. Alexander Golubew**
aus Petersburg.

Mit Taf. D. Fig. 1—7.
V.

Die Bildung der ersten Höhlen ist eine der hervorragendsten Erscheinungen bei der Entwicklung der Batrachiereier in dem Stadium vor dem Erscheinen der Hirn- und Rückenmarksanlage. Alle Forscher, die sich mit diesem Entwickelungsstadium beschäftigten, haben ihre besondere Aufmerksamkeit diesen Höhlen gewidmet und einige darauf bezügliche Thatsachen festgestellt. Es weichen aber die von verschiedenen Forschern über viele und wesentliche Verhältnisse der betreffenden Höhlen geäusserten Ansichten nicht unwesentlich von einander ab. Davon wird uns am besten die Geschichte unseres Gegenstandes überzeugen, die ich jetzt besprechen muss.

v. Bär [1]), indem er die in Furchung begriffenen Eier von R. temporaria untersuchte, hat eine in der oberen dunkleren Hälfte des Eies liegende Höhle entdeckt und ihre Bildung besprochen. Er hat aber weder das endliche Schicksal der Höhle verfolgt, noch etwas Bestimmtes über ihre Bedeutung ausgesprochen.

Zwei Jahre später hat Rusconi [2]) die Untersuchungen von v. Bär an den Eiern von R. esculenta wiederholt und in ein Wenig weiter entwickelten Eiern anstatt einer schon zwei mittelst einer dünnen Scheidewand von einander getrennte Höhlen gefunden. Eine von diesen Höhlen — nämlich die halbmondförmige — hält R. für die von v. Bär beschriebene, die früher in der oberen Hälfte des Eies allein vorhanden war, später aber bei der weiteren Entwicklung des Eies der Bewegung der grauen Substanz gefolgt ist, so dass sie nicht

1) Müller's Arch. 1834.
2) Müller's Arch. 1836. p. 220. Taf. VIII. Fig. 21, 26, 27, 29.

mehr im oberen Theile sich findet, sondern zur Seite. Die andere weite, elliptische, in der weisslichen Substanz des Eies liegende Höhle glaubt R. selbst entdeckt zu haben und v. Bär sollte diese Höhle nicht gesehen haben. Von seiner elliptischen Höhle behauptet Rusconi, dass sie bald vollkommen verschwinde, während die halbmondförmige, von Rusconi für die v. Bär'sche erklärte Höhle grösser werde, sich anders gestalte und noch zu der Zeit existire, wo die Anlage für Hirn und Rückenmark erscheint. Remak [1]) hat gleichfalls diesen Höhlen seine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und die Existenz beider Höhlen bestätigt, ist aber, was das weitere Schicksal derselben anbetrifft, zu der Ansicht gekommen, dass Rusconi, indem er die Bedeutung seiner elliptischen Höhle gänzlich misskannte, einen erstaunlichen Fehler begangen habe. Remak glaubte, auf Grund seiner mehrjährigen Untersuchungen die Ansicht ausser Zweifel gestellt zu haben, dass vielmehr die halbmondförmige Höhle Rusconi's (also die, wie wir früher gesehen haben, von Rusconi für die v. Bär'sche Höhle erklärte), später verschwindet, während die Rusconi'sche elliptische Höhle, welche Remak Nahrungshöle nennt, übrig bleibe. Remak hat sich sogar bemüht, die Entstehung dieses Irrthums von Rusconi zu erklären [2]).

Die Ansicht von Remak wurde von Stricker [3]) als endgültig angenommen und die Frage wurde als eine vollkommen im Sinne Remak's gelöste erklärt.

Auch Van Bambeke [4]) ist der gleichen Ansicht, er sagt: »Rusconi distingue deux cavités, celle de la segmentation (cavité centrale de Baer) et une autre, elliptique (elliptische Höhle) séparée de la première et communiquant en dehors par la fente anale (Afterhöhle); mais, par un singulier erreur, l'embryologiste italien prend pour la cavité viscérale, non la cavité qu'il désigne sous le nom d'elliptique, mais la cavité centrale de Baer. Aujourd'hui, les recherches de Remak, puis celles de M. le docteur Stricker ont mis hors de doute que la cavité elliptique de Rusconi est le premier indice du tube digestif et qu' elle s'agrandit aux depens de celle de la segmentation.«

Der Widerspruch zwischen Rusconi und Remak wird sehr auffallend, wenn man die von Rusconi vorliegenden Aufzeichnungen genau betrachtet. Vergleicht man die von Rusconi gegebenen Abbildungen (l. c. Taf. 8. Fig. 21 u. 26) [5])

---

1) Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere 141 ff.

2) l. c. p. 142, 143.

3) S. Stricker Untersuchungen über die ersten Anlagen in den Batrachiereiern. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. XI. p. 315.

4) Recherches sur le développement du Pélobate un extrait du Tome XXXIV des Mémoires de l'Académie de Belgique 1868 p. 22 u. 23.

5) Der Bequemlichkeit des Lesers wegen gebe ich hier wörtlich die betreffende Stelle des Aufsatzes von Rusconi, so wie die darauf bezüglichen Abbildungen (Fig. 21 u. 26) s. meine Taf. D. Fig. 7/V wieder. »Wenn man um diese Zeit den Dotter perpendiculär durchschneidet, wobei die kreisförmige Furche in zwei gleiche Hälften zerfällt (Fig. 26 o), so findet man, dass im Innern die graue Substanz (Fig. 21 a), die anfangs auf die obere Hemisphäre beschränkt war, sich auf einer Seite des Dotters bis zu jener Furche oder dem After

mit denjenigen von Remak (l. c. Taf. XII. Fig. 1—7), so sieht man, dass beide Forscher thatsächlich dieselbe Ansicht haben. Diejenige Höhle, die von Rusconi elliptisch genannt und als eine später verschwindende beschrieben wird, ist auch bei Remak (l. c. f.) als solche dargestellt; und dem entsprechend ist die andere Höhle (halbmondförmige Höhle von Rusconi l. c. r) bei beiden Forschern als eine persistirende bezeichnet. Da die Verhältnisse von späteren Forschern[1]) in Abbildungen genau auf dieselbe Weise dargestellt sind und meinen eigenen Untersuchungen nach dem wirklichen Thatbestand entsprechen, so glaube ich gerechtfertigt zu sein, wenn ich behaupte, dass Rusconi in der That die richtige Ansicht von den ferneren Schicksalen der von ihm beobachteten Höhlen hatte. Der scheinbare Widerspruch zwischen Remak und Rusconi wird augenblicklich gelöst, sobald man eine genauere Prüfung der betreffenden Stelle des Textes von Remak vornimmt. Man überzeugt sich dann gleich, dass Remak, während er Rusconi verurtheilt, selbst eine Verwechselung sich zu Schulden kommen lässt. Trotz der vollkommen klaren, mit Abbildungen unterstützten Beschreibung von Rusconi nennt Remak (l. c. 141) diejenige Höhle Rusconi's elliptische Höhle, welche »dicht unter der Anlage des Medullarrohrs und der Wirbelsäule« liegt, während das — der Beschreibung und den Abbildungen Rusconi's nach — dessen halbmondförmige Höhle ist. Dagegen entgeht Remak ein Fehler Rusconi's, welcher die eigentliche Veranlassung zu dem scheinbaren Widerspruche zwischen Rusconi und Remak gegeben hat. Das will ich nun zeigen.

Es wurde schon erwähnt, dass Rusconi die seitlich im Ei liegende halbmondförmige Höhle für die von v. Bär beschriebene gehalten hat und ihre veränderte Lage auf eine unverständliche Weise, nämlich dadurch, dass die Höhle der Bewegung der grauen Substanz nach unten zu der Afterfurche gefolgt ist, erklären wollte. In dieser Erklärung liegt der von Rusconi begangene Fehler. Die halbmondförmige Höhle ist durchaus nicht die v. Bär'sche Höhle, welche nur ihre Lage verändert hat, sondern sie ist von den zwei nun im Ei vorhandenen Höhlen die neu entstandene und erst von Rusconi gesehene, während die in der weisslichen Masse liegende elliptische Höhle — die älter bekannte und bis dahin schon vergrösserte v. Bär'sche Höhle ist. Rusconi glaubte also die Höhle entdeckt zu haben, die schon früher von v. Bär entdeckt wurde, und hielt diejenige Höhle

---

ausgedehnt hat und dass die halbmondförmige Höhle dieser Bewegung der grauen Substanz gefolgt ist, so dass sie nicht mehr im oberen Theile ist, sondern zur Seite. Ausserdem ist in der weisslichen Substanz eine weite elliptische Höhle, die von der halbmondförmigen mittelst einer dünnen Schicht, oder vielmehr eines Häutchens getrennt ist, auf welchem hier und da Körnchen der weisslichen Substanz liegen. Diese elliptische Höhle hat v. Bär nicht bemerkt . . . . . Indess verengt sich der After, und wenn er fast zu einer einfachen Spalte reducirt ist, ist im Innern des Dotters die elliptische Höhle völlig verschwunden und die halbmondförmige grösser geworden und anders gestaltet.«

1) Stricker l. c. Taf. XXVI. Fig. 4 u. 5. Götte, Max Schultze's Arch. Bd. V. Taf. VI. Fig. 4 u. 5.

für bekannt, die er selber in der That entdeckt hat. Um sich von der Richtigkeit dieser Behauptung zu überzeugen, braucht man, wie gesagt, nur die Beschreibung und die Abbildungen von Rusconi einerseits und von Remak andererseits mit einander zu vergleichen. Remak erkannte, dass die grosse rundliche Höhle (l. c. Taf. XII, Fig. 3 u. ff. *f*) die v. Bär'sche Furchungshöhle ist, aber das machte er sich nicht klar, dass diese Höhle zugleich Rusconi's elliptische Höhle ist, deren Entdeckung der letztere fälschlich für sich in Anspruch nimmt, über deren weiteres Schicksal aber beide Forscher ganz dieselbe Behauptung aussprechen. Rusconi ist thatsächlich der Entdecker der zweiten bleibenden Höhle, die man, Remak folgend, jetzt die Rusconi'sche Höhle nennen muss, obwohl sie Rusconi selbst fälschlich für die v. Bär'sche Höhle erklärte. Rusconi war auch der erste, der die Persistenz dieser Höhle richtig erkannt hat. Remak war aber der erste, der Entstehen und Verschwinden beider Höhlen näher ins Auge gefasst und ausführlich behandelt hat.

Das Wesentliche der Auffassung Remak's finden wir in folgendem Satze kurz formulirt[1]: »Dennoch kam ich schon in den Jahren 1850 bis 1852 zu der Ansicht, welche nunmehr ausser Zweifel gesetzt ist, dass Rusconi's elliptische Höhle (worunter aber Remak die von Rusconi »halbmondförmig« genannte Höhle meint) die Nahrungshöhle sei, sich auf Kosten der Bär'schen Höhle vergrössere und, was allerdings Rusconi nicht ahnte, durch eine Einstülpung von unten her sich bildet, wobei die untere weisse Fläche des Eies zur inneren Fläche der Nahrungshöhle wird.« Zu den Details übergehend, schildert Remak die Bildungsgeschichte der Rusconi'schen Höhle also: die Höhle beginnt mit einer sichelförmigen Rinne (Rusconi'sche Furche, der Anfang des sogen. Rusconi'schen Afters), welche zunächst in eine seichte, blindendigende platte Höhle führt, die nach aussen von einem schirmähnlichen, platten, äusserlich braunen Fortsatze des Aequatorialtheiles des Eies, nach innen von der Fortsetzung der unteren weissen Fläche des Eies begrenzt wird. Diese Höhle kommt dadurch zu Stande, dass auf der Grenze zwischen Decke und Boden der v. Bär'schen Höhle ein platter Schirm hervorwächst, welcher eine Fortsetzung von beiden enthaltend, an der unteren Eifläche hingleitet, ohne mit ihr zu verwachsen. Die so entstandene Rusconi'sche Höhle erweitert sich alsbald in doppelter Weise: der schirmartige Fortsatz fährt fort das untere helle Feld zu umwachsen und das blinde Ende der Höhle dringt höher aufsteigend und sich erweiternd in das Innere des Eies vor, mit Beeinträchtigung des Umfangs der v. Bär'schen Höhle, von welcher sie (Rusconi'sche Höhle) nur durch eine dünne Scheidewand getrennt ist. Inzwischen ergänzt sich die anfangs sichel-, später halbkreisförmige Rinne, die den Eingang zu der Rusconi'schen Höhle bildet, zu einer kreisförmigen, welche ein schneeweisses grosszelliges Feld (Rusconi'schen After) scharf umgrenzt. Dabei wächst dem oben beschriebenen schirmartigen Fortsatz ähnlich, nämlich von der entgegengesetzten Seite ein

1) Remak, l. c. p. 141—142.

kürzerer Fortsatz hervor und dadurch wird eine zweite seichte platte Höhle, als Gegen- und Ergänzungsstück der RUSCONI'schen Höhle gebildet. Diese zweite Höhle — Afterhöhle — erweitert sich nicht, sondern verbleibt bei ihrem ursprünglichen Umfange.

Das ist kurz gefasst, die REMAK'sche Vorstellung über die Entstehung der RUSCONI'schen und über das Verschwinden der v. BÄR'schen Höhle, die Vorstellung, welche er durch eine Reihe von Abbildungen zu bestätigen suchte.

Die Ansichten von REMAK wurden von STRICKER (l. c.) bestritten, in der neuesten Zeit aber von GÖTTE[1]), was die oben erwähnte Frage anbetrifft, als richtig anerkannt, obwohl die seinem Aufsatze beigelegten Abbildungen, wie wir später sehen werden, der REMAK'schen Einstülpungstheorie sehr wesentlich widersprechen.

STRICKER hat, indem er eine verbesserte Untersuchungsmethode benützte, mehr Aufmerksamkeit den Elementartheilen des Eies gewidmet und besonders die Bedeutung derjenigen Schichte hervorgehoben, die vom Boden der v. BÄR'schen Höhle allmählich längs der Innenfläche ihrer Decke hinaufsteigt[2]). Auf Grund seiner Untersuchungen ist er zur Ueberzeugung gekommen, dass die von REMAK gegebene Erklärung der Entstehung der RUSCONI'schen Höhle durch Einstülpung nicht anzunehmen ist.

Nach STRICKER verdankt diese Höhle ihre Entstehung nicht einer Einstülpung, sondern einer Trennung des Zusammenhanges. Wie REMAK, hält auch STRICKER die RUSCONI'sche Furche für den Anfang der RUSCONI'schen Höhle. Diese Furche kommt dadurch zu Stande, dass die kleineren dunkleren Zellen der Rückenhälfte (der Keimhügel) sich von den grösseren blassen Zellen (Dottermasse) trennen, wodurch eine Spalte entsteht, welche an den Schnitten ein Dreieck mit nach aussen gekehrter Basis darstellt. Diese Spalte schreitet längs der inneren Grenze des Keimhügels hinauf und stösst endlich an dessen oberste Grenze angelangt an jene Zellenschichte, welche sich an die Innenfläche der Decke angelegt hat. Sie tritt dann in die genannte gewöhnlich aus drei Zellenreihen bestehende Schichte hinein und spaltet die letztere in zwei Blätter, von denen das äussere, aus zwei Zellenreihen bestehende Blatt an die Decke angelegt bleibt, während das innere einzellige nach innen abgehoben wird und die Scheidewand zwischen der Spalte und der v. BÄR'schen Höhle bildet. An der Spitze der Spalte treffen sich beide Blätter wieder und bilden vereint den freien Rand der Anlagerung. Dieser strebt immer höher hinauf, überschreitet den Pol, steigt auf der anderen Deckenhälfte nach abwärts und erreicht endlich nahe am unteren Rande der letzteren die auch hier zu geringer Höhe herangestrebten oberflächlichen Zellen des Bodens. Hinter dem freien Rande her schreitet die Spaltung und die dadurch entstehende RUSCONI'sche Höhle stellt also einen unterhalb der ganzen ursprünglichen Decke sich aus-

1) l. c. p. 93.
2) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI. Taf. XXVI. Fig. 2, 3 z.

dehnenden und mit ihr parallelen schirmartigen Raum dar, welcher oben blind endigt, unten aber in die Spalte zwischen dem Keimhügel und der centralen Dottermasse übergeht. Diese letztere Spalte aber ist inzwischen durch Entstehen einer anderen ähnlichen, ihr gegenüberliegenden Spalte, welche übrigens bei dem Hinaufsteigen nur eine sehr geringe Höhe erreicht, zu einem Canale ergänzt. In diesem Canale steckt ein mit der centralen Dottermasse in Verbindung stehender Dotterpfropf. Dieser Pfropf schliesst aber den Canal nicht zu, sondern es bleibt zwischen den grossen weissen Zellen des Pfropfes einerseits und den umgebenden kleinen braunen Zellen des Keimhügels und der Rindenschichte andererseits ein Zwischenraum, eine Spalte, die an der Oberfläche des Eies als eine das weisse runde Feld (den Pfropf) scharf umgrenzende Furche erscheint und welche in der Rückenhälfte des Eies hinaufsteigend in den oberen schirmartigen Theil der Rusconi'schen Höhle, welche Stricker Visceralhöhle nennen will, übergeht. In so einem offenen Zustande bleibt aber das untere canalartige Ende der Rusconi'schen Höhle nicht lange. Zu der Zeit, wo das dem oberen Pol zuschreitende blinde Ende der Höhle sich in etwas erweitert, verschwindet der untere Canal, so dass die weissen und die braunen Zellenmassen wieder dicht an einander liegen. Die Erweiterung der Rusc. Höhle geht immer weiter vor sich, die dünne Scheidewand zwischen dieser und der v. Bär'schen Höhle buchtet sich gegen die letztere, wodurch die v. Bär'sche Höhle verkleinert wird. Mit der Vergrösserung der Rusc. Höhle verkleinert sich der Pfropf, und wenn die Höhle sich in ihrem ganzen Umfange erweitert, reisst die Verbindung zwischen der centralen Dottermasse und dem eingekeilten Pfropfe ab. Die Verkleinerung des Pfropfes wird durch den von den umgebenden Zellen auf ihn ausgeübten Druck bedingt, wodurch der Pfropf zum Schwinden gebracht wird. Das ist in Kurzem der Inhalt des citirten Aufsatzes von Stricker, in sofern er unseren Gegenstand berührt.

Aus dem, was ich bis jetzt angeführt habe, ist leicht zu erschliessen, dass diejenigen Verhältnisse, die man mit blossem Auge oder mittelst einer Loupe beobachten kann, grösstentheils schon von Rusconi richtig dargestellt wurden. Was aber die feineren Verhältnisse und die näheren Erklärungen anbetrifft, so standen die Angaben von Remak und die von Stricker so widersprechend einander gegenüber, dass eine neue Untersuchung durchaus nicht überflüssig war. Ich habe sie unternommen, von dem Gedanken ausgehend, dass man die gröberen morphologischen Verhältnisse des Embryo nur dann erklären könne, wenn man die Kenntnisse über diejenigen Veränderungen besitzt, welche die Elementartheile des Eies während seiner Entwicklung erleiden, und man im Stande ist, diese Veränderungen in causalen Zusammenhang mit den Bedingungen zu bringen, unter welchen die betreffenden Elementartheile stehen. Der einzige sichere Weg zu diesem Zwecke ist die unmittelbare Beobachtung eines sich entwickelnden Eies unter dem Mikroskope. Die wenigen werthvollen Beobachtungen, welche in dieser Richtung gemacht wur-

den (RUSCONI, VON BÄR, REMAK), beziehen sich grösstentheils auf die frühesten Stadien der Entwicklung des Eies, wo seine Elementartheile noch so gross sind, dass sie bei schwacher Vergrösserung beobachtet werden können. Für die späteren Stadien ist aber bis jetzt keine Methode angegeben, die Elementartheile des lebendigen, sich weiter entwickelnden Eies in ihrem Zusammenhange zu beobachten. Es bleibt also nichts übrig, als die Eier zu härten und sehr zahlreiche Schnitte von den in verschiedenen Stadien der Entwicklung sich befinddenen Eiern zu bereiten, um auf Grund der Untersuchung dieser Schnitte sich eine Vorstellung über die successiven Veränderungen des Eies während der Entwicklung zu bilden. Das Mangelhafte der Methode liegt auf der Hand: Jedermann, der sich mit dem Gegenstande beschäftigt hat, weiss, wie viel Mühe es kostet, wie viele ganz zuverlässige Schnitte man braucht, um die räumlichen Verhältnisse des sich entwickelnden Eies sich einigermassen klar vorzustellen, und dabei sieht man sich mehr als sonst der Gefahr ausgesetzt, durch gewaltsame Combination der von verschiedenen Eiern entnommenen Bilder, welche thatsächlich in keinem Zusammenhange mit einander stehen, sich eine Vorstellung zu machen, welche dem wirklichen Thatbestande vielleicht nicht entspricht. Was speciell das Studium der Elementartheile anbetrifft, so muss zunächst die Frage aufgeworfen werden: ob Ansehen und Gestalt der Elementartheile bei der Erhärtung unverändert erhalten bleiben, wenigstens in so weit unverändert, dass man auf Grund des Studiums der Schnitte sich einige Schlüsse über den Entwicklungsgang erlauben kann? Da nur einige Eigenschaften der Elementartheile später hier in Betrachtung kommen können, nämlich die Form, die relative Grösse, die Farbe der Elementartheile und die Grösse der in ihnen eingeschlossenen Dotterplättchen und Körnchen, so bezieht sich die oben aufgeworfene Frage nur auf diese Merkmale. Die drei letzteren von den erwähnten Merkmalen wurden schon von REMAK und besonders von STRICKER[1]) berücksichtigt. Vergleicht man die Elementartheile eines frischen und eines in Chromsäure erhärteten Eies mit einander, so überzeugt man sich, dass unter allen Umständen weder die relative Grösse der Elemente, noch die Grösse der Dotterplättchen und Körnchen bei der Erhärtung wesentliche Veränderungen erleiden. Durch mittelstarke Chromsäure-Lösung ($^1/_5$ %) werden die Eier einigermassen entfärbt, doch bleibt der Unterschied in der Färbung zwischen verschiedenen Elementartheilen des Eies erhalten. Was die Form der Elementartheile anbetrifft, so will ich die Wirkung der Chromsäurelösung, des Erhärtungsmittels, welches ich fast ausschliesslich benützte, ein wenig ausführlicher betrachten. Die Form der Elementartheile an den Schnitten der erhärteten Eier erscheint verschieden, je nach der Concentration der benützten Chromsäurelösung. In $^1/_2$ % Lösung werden die Eier bald sehr hart; an den Schnitten solcher Eier konnte ich nicht die Grenzen zwischen den einzelnen Elementartheilen deutlich genug sehen,

1) Untersuch. üb. die ersten Anlag. etc. p. 2.

um die Form der letzteren zu bestimmen. In $^1/_5$ % Chromsäurelösung werden die Eier nach 4—6 Tagen hart genug, um sich schneiden zu lassen. An den Schnitten erscheinen die Zwischenräume zwischen den Elementartheilen mehr oder minder stark braun gefärbt, so dass das Bild an dasjenige der versilberten Epithelien lebhaft erinnert. Die Elementartheile liegen überall dicht neben einander, ihre Form ist mehr oder minder unregelmässig-polyedrisch, einige von ihnen sind stark verlängert oder schicken lange Fortsätze ab. An den Schnitten von Eiern, die in $^1/_{10}$ % Chromsäurelösung erhärtet waren, zeigen die Elementartheile nicht überall die gleiche Form; die oberflächlichen erscheinen mehr oder minder polyedrisch, während die mehr nach innen liegenden rundlich und kaum abgeplattet sind; diejenigen aber, welche die v. Bär'sche Höhle unmittelbar umgrenzen, besonders aber die grossen blassen Elemente des Bodens der Höhle reichen mehr oder weniger tief in die centrale Dottermasse hinein, sind kugelrund, haben ganz undeutliche Contouren und liegen ganz locker neben einander. Bei dem Verfertigen der Präparate gehen diese locker liegenden Elemente in einer mehr oder minder beträchtlichen Menge verloren, in Folge dessen Grösse und Gestalt der v. Bär'schen Höhle den wirklichen Verhältnissen nicht mehr entsprechen. — Aus dem Gesagten ist es leicht zu entnehmen, dass von allen angeführten Concentrationsgraden der Chromsäure die $^1/_5$ % Lösung für das von mir untersuchte Object die günstigsten Bedingungen darbietet. Dass die Form, welche die Elemente bei dieser Behandlung zeigen, derjenigen, welche sie im lebendigen Zustande haben, wesentlich entspricht, davon überzeugt man sich durch unmittelbare Beobachtung der grossen Zellen des sog. Dotterpfropfes an dem lebendigen Eie. Die Versuche mit $^1/_{10}$ % Lösung sprechen dafür, dass das Rundwerden und Lockerliegen der Elemente für Macerationserscheinungen gehalten werden müssen. Dafür spricht auch der Umstand, dass diese Erscheinungen am Auffallendsten an den Grenzen der v. Bär'schen Höhle auftreten: die Höhle ist mit einer eiweisshaltigen Flüssigkeit erfüllt, welche auf die umgebenden Elemente eine macerirende Wirkung ausüben muss, wenn diese letzteren nicht rasch genug erhärtet werden. Dass die kugelrunde Form und das Freiliegen durchaus nicht normale eigenthümliche Eigenschaften der weissen Elemente des Bodens sind, sieht man daraus, dass auch die inneren braunen Elemente der Decke bei auftretender Maceration kugelrund werden, locker liegen, sogar frei werden und in die Höhle hineinfallen. Die Richtigkeit dieser Erklärung wird auch noch durch den direkten Versuch bestätigt: nimmt man noch schwächere Chromsäurelösung, so bekommt man die meisten, mitunter die sämmtlichen Elementartheile des Eies in dem beschriebenen macerirten Zustande. Man sieht manchmal auch an denjenigen Eiern, die in $^1/_5$ % Lösung erhärtet wurden, mehr oder minder deutliche Spuren von Maceration. Beiläufig will ich bemerken, dass Müller'sche Flüssigkeit auf die Eier in dem von mir untersuchten Stadium der Entwicklung eine sehr stark macerirende Wirkung ausübt.

Hinsichtlich der Methode bleibt mir noch zu sagen, dass ich im Uebrigen

der von Stricker angewendeten und ausführlich beschriebenen (Reichert's Archiv 1864 p. 52—53) im Allgemeinen gefolgt bin. Abgewichen bin ich von Str., abgesehen von einigen unbedeutenden technischen Handgriffen, nur noch darin ab, dass ich die Eier nicht halbirte, sondern im Ganzen einschmolz [1]. Später, wenn ich das Ei schon so weit angeschnitten, dass die Höhlen zum Vorschein kamen, füllte ich auch die letzteren mit der geschmolzenen Masse.

Jetzt will ich zur Darstellung des uns beschäftigenden Vorganges übergehen und dieselbe durch eine Reihe von Abbildungen erläutern und verdeutlichen. Jede der letzteren stellt einen Hauptmeridianschnitt des Eies dar, d. h. einen solchen, welcher die Axe des Eies trifft und dabei den Rücken so wie den Bauch des Eies in zwei symmetrische Hälften theilt [2]. Die Verhältnisse, um die es sich in dem vorliegenden Aufsatze handelt, habe ich in den Abbildungen möglichst naturgetreu darzustellen getrachtet. Deswegen glaube ich, den Leser vorzüglich auf die Abbildungen verweisen und eine ausführliche Beschreibung des Vorganges vermeiden zu können.

Des Zusammenhanges der Darstellung wegen, will ich in Kürze auch diejenigen Verhältnisse erwähnen, welche man an dem Eie einige Zeit vor dem Erscheinen der Rusconi'schen Furche beobachtet. Ich kann dabei auf die Abbildung von Götte [3]) verweisen, wo diese Verhältnisse ziemlich naturgetreu dargestellt sind. Die v. Bär'sche Höhle ist noch ziemlich klein; die kleinen Elemente der Decke gehen allmählig in die grösseren des Bodens über; die Elemente der unteren Hemisphäre des Eies sind noch sehr gross. Im Verlaufe der Entwicklung theilen sich die Elemente des Eies überall immer weiter, am weitesten geht aber diese Vermehrung in der Decke; die letztere wächst, die v. Bär'sche Höhle wird grösser; die braune obere Hemisphäre des Eies vergrössert sich auf Kosten der hellen und endlich erscheint an der einen Seite, wo die braune Färbung tiefer nach unten gestiegen ist (Rücken des Eies) eine sichelförmige Furche. Der Hauptmeridianschnitt eines solchen Eies stellt das folgende Bild dar: an der Stelle der Furche sieht man eine seichte am Grund mehr oder minder abgerundete Spalte, so wie es bei Götte (l. c. Fig. 2) abgebildet ist. Die Elementartheile sind überall kleiner geworder, ihr gegenseitiges Verhältniss ist aber dasselbe geblieben, wie früher: sie sind nämlich am kleinsten in der Mitte der Decke, von da an gegen beide Ränder der Decke hin werden sie allmählig grösser und gehen an der der Furche gegenüberliegenden Seite (Bauchseite) in die grossen weissen Elemente des Bodens und der übrigen centralen Dottermasse über. An der Rückenseite werden die kleinen Ele-

1) in die Masse von Peremeschko.

2) Um Missverständnisse zu vermeiden, will ich hier bemerken, dass ich im Laufe der Beschreibung folgende Ausdrücke benützen werde: dunkler (oberer) und heller (unterer) Pol, Axe gebrauche ich wie v. Bär (Müll. Arch. 1834 p. 484), Rückenhälfte wie Stricker (Unters. p. 3). Die gegenüberliegende Hälfte wird als Bauchhälfte bezeichnet. Was die Bezeichnung der beiden Höhlen anbetrifft, so glaube ich bei den früher gebrauchten Namen v. Bär'sche und Rusconi'sche Höhle bleiben zu müssen.

3) l. c. Taf. VI. Fig. 1.

mente der braunen Hemisphäre von den grossen weissen Elementen an der Oberfläche des Eies durch die erwähnte Spalte scharf abgetrennt; am Grund der Spalte aber weiter nach oben gegen die Höhle hin gehen die kleinen braunen Elemente in die centrale Dottermasse ohne merkliche Grenze über. Nur an der Stelle, wo der Boden der Höhle in die Decke übergeht, liegen die grossen, weissen, grobkörnigen Elemente der centralen Dottermasse dicht an die kleinen, braunen feinkörnigen Elemente der Decke an. Auf der citirten Zeichnung von Götte ist die Grenze zwischen den Elementen der Decke und der Dottermasse an der betreffenden Stelle nicht scharf genug dargestellt. An dieser Stelle steigt der Boden der Höhle ein wenig in die Höhe. Das ist der Anfang der oben erwähnten Anlagerung der Elemente des Dotters, an die Decke der v. Bär'schen Höhle. Es scheint, dass diese Anlagerung der Bildung der Rusconi'schen Furche ein wenig vorausgeht. Remak [1]), indem er die v. Bär'sche Höhle vor dem Erscheinen der Rusconi'schen Furche beschreibt, spricht von den »weissen Zellen«, die »sich über den Aequator hinaus zur gewölbten Decke hinauf ziehen, als wollten sie dieselbe mit bilden helfen«. Mir ist kein einziges Ei zur Untersuchung gekommen, wo die Anlagerung schon angefangen bevor die Rusconi'sche Furche sich gebildet hatte. Dennoch halte ich die erst erwähnte Vermuthung für wahrscheinlich deswegen, weil an der Bauchseite, wie wir bald sehen werden, die Anlagerung der Bildung der Furche vorausgeht.

An den ein wenig weiter entwickelten Eiern (Fig. 1), wo die sogen. Rusconi'sche Furche ziemlich gross, aber noch nicht kreisförmig ist, stellt dieselbe keine Spalte mehr dar. Die Grenze (Fig. 1 *a*) zwischen den braunen und weissen Elementen ist an der Rückenseite noch mehr gegen den weissen Pol hingerückt und sehr stark ausgeprägt. Die braunen und die weissen Elemente liegen aber dicht aneinander und die scharfe Grenze kommt nur dadurch zu Stande, dass die Zwischenräume zwischen den unregelmässig verlängerten an der Grenze liegenden Elementen besonders stark gefärbt erscheinen. Nach oben, gegen die Höhle hin werden die Zwischenräume schwächer gefärbt und die Grenze verliert sich allmählig. Die Anlagerung ist schon sehr deutlich ausgeprägt (Fig. 1. *b. c.*). An der Bauchseite ist noch keine scharfe Grenze erschienen; die braunen Elemente sind auch hier ziemlich weit nach unten hingerückt, gehen aber in die Dottermasse allmählig über. Man sieht an dieser Seite noch keine Anlagerung: die Elemente der Decke gehen noch allmählig in diejenigen des Bodens über. Bei ein wenig weiter entwickelten Eiern sieht man das oben erwähnte Verhältniss, nämlich dass die Anlagerung auch auf der Bauchseite schon zu Stande gekommen ist, während die Rusconi'sche Furche sich auf diese Seite noch nicht ausgedehnt hat. Noch ein wenig später erscheint auch auf der Bauchseite eine scharfe Grenze zwischen den braunen und weissen Elementen, was, wie ich mich überzeugte, nicht dadurch geschieht, dass auf der Bauchseite eine ergänzende neue Furche entsteht, sondern dadurch,

1) l. c. p. 140.

dass, wie schon RUSCONI (l. c. p. 219, 220) ausdrücklich sagt, die Furche der Rückenseite sich allmählig verlängert und, indem sie auf die Bauchseite übergeht, zu einem Kreise sich ergänzt. Inzwischen geht die Anlagerung immer weiter vor sich und zwar rascher auf der Rücken- als auf der Bauchseite, so dass dort die angelagerten weissen Elemente den oberen Pol schon überschritten haben, während sie hier ihn noch nicht erreicht haben, wie das schon STRICKER beschrieben hat. Endlich treffen diese Elemente aufeinander, so dass die Decke nach innen von allen Seiten von den weissen grossen Elementen belegt erscheint. Zu dieser Zeit, bei sehr vielen Eiern aber ein wenig früher, d. h. zu einer Zeit, wo ein kleiner Theil der Decke an der Bauchseite von innen noch nicht belegt ist, beginnt die Bildung der RUSCONI'schen Höhle. Bevor ich zu dem letzteren Vorgange übergehe, will ich aber die beschriebenen Thatsachen noch näher ins Auge fassen.

Aus dem, was man an den Eiern in dem beschriebenen Stadium der Entwicklung beobachten kann und was ich oben mitgetheilt habe, muss man das Folgende schliessen:

1) dass die Angabe von STRICKER vollkommen richtig ist, dass die REMAK'sche Behauptung, es gehe der Entstehung der RUSCONI'schen Höhle eine Einstülpung voraus, der Wirklichkeit nicht entspricht;

2) dass die Spalte, die wir nur im Anfange des Auftretens der sog. RUSCONI'schen Furche gesehen haben und die REMAK und STRICKER für den Anfang der RUSCONI'schen Höhle halten, nicht, wie angegeben wird, immer höher und höher an der Grenze des Keimhügels und der Dottermasse hinaufsteigt, sondern dass sie vielmehr nach einiger Zeit, noch vor der Ergänzung der RUSCONI'schen Furche zu einem Kreise, verschwindet; dass also die von STRICKER gegebene Darstellung des Beginnes der RUSCONI'schen Höhle den Thatsachen ebenfalls nicht genau entspricht; und

3) dass die v. BÄR'sche Höhle bedeutend verkleinert wird, bevor man eine Spur von der RUSCONI'schen Höhle bemerkt und dass diese Verklenerung dadurch zu Stande kommt, dass die weissen Dotterelemente vom ganzen Umkreise des Bodens an die Decke angelagert werden.

Da dieser letztere Vorgang für die Erklärung einer ganzen Reihe der Entwicklungserscheinungen von Bedeutung ist, so glaube ich ihn näher betrachten zu müssen.

Es wurde schon oben erwähnt, dass man, abgesehen von der oben citirten Andeutung von REMAK, erst bei STRICKER eine nähere Beschreibung dieses Vorganges findet. Diese Beschreibung kann ich grösstentheils bestätigen; nur Einiges muss ich dazu bemerken, namentlich: 1) dass die angelagerte Masse nicht überall aus drei Zellenreihen besteht, sondern vom Boden an, wo sie eine beträchtliche Dicke hat, nach oben gegen ihren Rand hin allmählig dünner wird, und am Rande selbst eine Strecke meist nur aus einer Schichte grosser weisser Elemente besteht (vergl. REMAK Taf. XII. Fig. 1 u. 2, GÖTTE l. c. Fig. 3, STRICKER l. c. Fig. 2 u. 4); und 2) dass STRICKER die Anlagerung

auf der Bauchseite unterschätzt zu haben scheint. Stricker war auch der erste, der den Vorgang der Anlagerung zu erklären versucht hat. In einem später erschienenen Aufsatze (Moleschott's Untersuchungen Bd. IX. p. 433) legt Stricker seine Erklärung dar. Er sagt nämlich, dass die Anlagerung dadurch zu Stande kommt, dass die Zellen, welche auf dem Boden der Höhle zerstreut sind und wie über den Boden hingeworfene Erbsen aussehen, Wanderungen antreten und sich allmählig längs der Innenfläche der Decke hinauf bewegen. Stricker stützt diese Erklärung darauf, 1) dass die Zellen am Boden der Höhle frei liegen, und 2) darauf, dass er an den aus einem zerrissenen Ei von R. tempor. gewonnenen Zellen verschiedene Formveränderungen beobachten konnte, welche er in dem citirten Aufsatze auch beschreibt. Ich habe schon früher die Gründe angeführt, warum man das Freiliegen und Rundwerden der Elemente für Macerationserscheinungen halten muss. An gut erhärteten Eiern liegen die Elemente des Bodens, wie alle anderen, dicht aneinander und platten einander ab (vergl. auch Remak l. c. p. 140). Das macht für diese Elemente die Annahme einer so ausgedehnten Wanderfähigkeit sehr unwahrscheinlich. Was die Formveränderungen der Elemente anbetrifft, so beweisen die angeführten Beobachtungen nur, dass die betreffenden Elemente eine Wanderung antreten können, wenn sie unter gewisse Bedingungen versetzt worden sind. Nach den Präparaten, welche ich gesehen, kann ich mich der Erklärung von Stricker nicht anschliessen. Ich halte eine andere Erklärung für möglich. Sie schliesst sich an die Vorgänge an, welche zu den wichtigsten Erscheinungen der Entwicklung gehören, nämlich an die Theilungsprocesse, welche im Eie erfolgen.

Es wurde schon von v. Bär gefunden und von den späteren Beobachtern bestätigt, dass die Furchung des Eies von einem gewissen Punkte der dunklen Hemisphäre aus nach allen Seiten, sowohl nach der Oberfläche des Eies als auch in die Tiefe seiner Masse hinein, mit ungleichmässiger, stets abnehmender Geschwindigkeit vor sich geht. In den späteren Stadien finden wir, und darauf mache ich hier mit grossem Nachdrucke aufmerksam, genau dasselbe Verhältniss, wie bei der Entstehung der ersten Meridionalfurche: nämlich sehr rasche Abnahme der Geschwindigkeit im Gange des Theilungsprocesses von dem oberen Pol zu dem unteren und zwar einmal der Oberfläche des Eies nach. Die braune Färbung, die nichts Anderes ist als ein sichtbarer Ausdruck eines bis zu einem gewissen Grade fortgeschrittenen Theilungsprocesses der Elemente des Eies, braucht nur wenige Stunden, um den Aequator zu überschreiten, während einige Tage vergehen, bevor das winzige weisse Feld des Dotterpfropfes verschwindet. Noch rascher nimmt die Geschwindigkeit der Theilung ferner in die Tiefe des Eies hinein ab. Schon vor der Bildung der v. Bär'schen Höhle unterscheiden sich die oberflächlichen Elemente von denjenigen, welche ein wenig tiefer liegen, sehr auffallend. In der oberen Hemisphäre des Eies hat dieser Umstand eine wichtige Folge, die oberflächlichen Elemente theilen sich hier besonders rasch, nehmen eine immer grössere Oberfläche in Anspruch und heben sich darum von den darunter liegenden ab. Auf diese Weise entsteht eine

Höhle — die v. Bär'sche Höhle. Mit der Bildung der letzteren werden die Bedingungen complicirter, ohne dass der Vorgang seinen wesentlichen Charakter dabei verliert. Mit der Zeit theilen sich die Elemente der Decke jener Höhle immer weiter, die Decke wächst und hebt sich von dem Boden immer mehr ab. Der Theilungsvorgang setzt sich endlich auf die seitlich schon unterhalb des Bodens liegende Dottermasse fort.

Die Grenze zwischen den getheilten braunen und ungetheilten weissen Elementen ist dann in den folgenden Momenten durch Linien[1]) dargestellt, welche von der Oberfläche, von unten in die Tiefe der Dottermasse hinein nach oben, gegen die Höhle hinaufsteigen (vergl. Schematische Zeitung Fig. 6 *b. c. d*). Die Untersuchung der Schnitte ergiebt dieses Bild, sie zeigt aber zugleich, dass diese Grenze in den nahe am Aequator liegenden Partien des Eies, wo der Theilungsprocess noch ziemlich rasch vor sich geht, immer undeutlich ist. Diese Undeutlichkeit hängt davon ab, dass zwischen ganz kleinen braunen und sehr grossen weissen Elementen eine Menge von solchen Elementen liegt, welche ihrer Form und Grösse nach einen allmähligen Uebergang von den ersteren zu den letzteren darstellen. Erst später, wenn der Theilungsprocess auch schon in der Nähe des unteren Poles sich vollzieht, tritt eine scharfe Grenze auf, welche zuerst sehr oberflächlich ist (der Anfang der Rusconi'schen Furche), je näher zum Pol aber die Theilung hinabrückt, desto tiefer in die Dottermasse hineingehend erscheint die Grenze (Fig. 1 *a*). Diese scharfe Grenze hebt auch van Bambeke[2]) besonders hervor und sucht sie auf eine Incurvation der äusseren Schichte zurückzuführen. Ich sehe, dass mit dem Auftreten dieser scharfen Grenze die Uebergangsformen auf einige wenige, an der Grenze liegende verlängerte Elemente reducirt werden. Wodurch dieser Unterschied in der Menge der vorhandenen Uebergangsformen bedingt wird, kann ich nicht angeben. Eine Bemerkung von v. Bär[3]) giebt mir übrigens Veranlassung zu der folgender Vermuthung. Stellen wir uns vor, dass der immer weiter gegen den weissen Pol hinuntergreifende Theilungsvorgang endlich solche Elemente erreicht, deren Theilung schon so langsam vor sich geht, dass während der Zeit, wo die letzteren eine Uebergangsform annehmen, die daranstossenden schon getheilten Elemente sich bereits noch einmal theilen, so wird dadurch das Zustandekommen einer scharfen Grenze erklärlich. In wie weit diese Vermuthung richtig ist, lasse ich dahin gestellt. Es sei dem wie es wolle, es entsteht eine scharfe Grenze und das Bild, welches diese Grenze an den Schnitten darbietet, habe ich schon früher besprochen. Ich muss hier nur nochmals hervorheben, dass die Uebergangsformen sich dadurch auszeichnen, dass sie mehr oder minder verlängert sind. Besonders aber will ich betonen, dass die Richtung dieser

1) Ich muss den Leser noch einmal darauf aufmerksam machen, dass ich bei allen Beschreibungen nur den Meridianschnitt vor Augen habe.

2) l. c. p. 24 ff.

3) l. c. p. 493. »Auffallend ist es, wie viel rascher die Theilung erfolgt, je kleiner die zu theilende Masse geworden ist.«

Verlängerung mit der allgemeinen Richtung der erst besprochenen Grenze immer zusammenfällt. Die Folge dieser Verlängerung einer ganzen Schichte von Elementen in einer und derselben Richtung ist selbstverständlich und besteht darin, dass die tieferliegenden Elemente der Dottermasse, welche noch keine Gestaltveränderung zeigen, in der Richtung der Verlängerung der Uebergangselemente mechanisch fortgeschoben werden. Wenn man den Gang des Theilungs- und Entwicklungsprocesses von der Zeit, wo er von der Decke der v. Bär'schen Höhle in die Masse ihres Bodens eintritt, noch einmal übersieht und dabei die Richtung der Grenze (vergl. Schema Fig. 6 *b. c. d*), oder, was dasselbe ist, die Richtung der Verlängerung der Uebergangselemente immer vor Augen hat, so sieht man, dass die Verschiebung der weissen Elemente an der Grenze zwischen der Decke und dem Boden der Höhle und das Hinaufschieben der Elemente längs der Decke, die nothwendigen Folgen des obengenannten Vorganges sein müssen. Aus dem Gesagten erklärt sich von selbst, warum die Anlagerung an der Rückenseite früher erscheint und sich weiter erstreckt als an der Bauchseite, so dass ich diesen Gegenstand sowohl, als auch die durch die Anlagerung verursachten Veränderungen der Gestalt und der Grösse der v. Bär'schen Höhle, nicht ausführlicher zu behandeln brauche.

Ich will nun die weiteren Veränderungen der angelagerten Elemente verfolgen.

Die Elemente, welche vom Boden der Höhle aus auf die Decke hinauf geschoben werden, kommen dort wieder in günstigere Bedingungen für ihre weitere Entwicklung. Diejenigen von diesen Elementen, welche früher angelagert wurden, also die, welche in dem unteren Theile der Anlagerung (Fig. 1 bei *d*) sich finden, fangen ebenfalls an, sich zu theilen; dadurch werden die weiter nach oben liegenden Elemente noch weiter längs der Decke vorgeschoben. Die frühere Decke wird dabei dünner. Diese Verdünnung wird aber erst besonders auffallend von der Zeit an, wo die grossen Elemente schon von allen Seiten an die Decke angelagert erscheinen (Fig. 2). Die Decke, welche früher aus 4—6 unregelmässigen Schichten von Zellen bestand, zeigt dann nur mehr deren 2—3. Mit diesem Dünnerwerden der früheren Decke geht aber auch ein sehr ausgedehnter Theilungsprocess in den äusseren Schichten der angelagerten Zellen einher und diesen Theilungen halten die tieferliegenden Elemente wieder nicht Schritt und die oberflächlichen Elemente (an den neben dem Aequator liegenden Partien der Rückenseite des Eies in der Regel zwei Schichten) fangen an, sich von den tiefer liegenden, relativ unverändert bleibenden Elementen abzuheben. Es entsteht eine Menge von Rissen, die sich zu einer länglichen Spalte vereinigen (Fig. 2). Und diese ist der Anfang der Rusconi'schen Höhle; das Entwicklungsstadium, bei dem ich früher abgebrochen habe.

Einmal angefangen, geht die Theilung der abgehobenen Elemente immer rascher vor sich und die Spalte verwandelt sich sehr bald in eine Höhle, welche sich von der Mitte des Rückens ihrem Ausgangspunkte, nach beiden Seiten

gegen den Bauch, nach oben und nach unten allmählig erweitert. Ich brauche nur auf Fig. 3, welche ein weiteres Stadium der Entwicklung darstellt, zu verweisen, um eine ausführliche Beschreibung zu vermeiden. Die frühere Decke der v. Bär'schen Höhle, welche sich auch jetzt durch die Kleinheit und stärkere Färbung ihrer Elemente auszeichnet, ist zufolge der weit fortgeschrittenen Theilung der angelagerten Elemente schon so stark ausgedehnt, dass sie nur auf 2 Schichten, sogar auf eine Schicht reducirt zu sein scheint.

Die v. Bär'sche Höhle (*B*) ist schon sehr klein geworden. Vergleicht man Fig. 2 und 3 mit einander, so überzeugt man sich, dass die Verkleinerung der v. Bär'schen Höhle auch in diesem Stadium von der Vergrösserung der Rusconi'schen Höhle vollkommen unabhängig ist: die Scheidewand zwischen beiden Höhlen buchtet sich mehr oder weniger in die Rusconi'sche Höhle hinein. Um die Verkleinerung der v. Bär'schen Höhle in diesem Stadium sich klar zu machen, braucht man nur die Wandungen der v. B. Höhle an Fig. 2 und 3 mit einander zu vergleichen. Man sieht (Fig. 3), dass die Wand von oben und von der Bauchseite bedeutend dicker geworden ist, während die Rückenseite der v. B. Höhle, die Scheidewand zwischen der Bär'schen und v. Rusconi'schen Höhle und der Boden verhältnissmässig wenig verändert geblieben sind. Diese Verdickung der Wand geht immer weiter vor sich, so dass die v. Bär'sche Höhle nach einer kurzen Zeit vollkommen verschwindet. Uebersieht man die ganze Reihe der beigelegten Zeichnungen, so überzeugt man sich, dass die v. Bär'sche Höhle bis zu ihrem Verschwinden keine wesentliche Lageveränderung erleidet: unmittelbar vor dem Verschwinden (Fig. 3), so wie auch früher, liegt die Höhle dem Dotterpfropf gegenüber.

Es bleibt mir jetzt noch übrig, die Veränderungen des Dotterpfropfes zu besprechen. Ich habe schon früher erwähnt, dass die von Rusconi entdeckte Thatsache, dass der Pfropf allmählig kleiner wird und endlich vollkommen verschwindet, von allen späteren Beobachtern constatirt wurde. Ich habe auch die von Remak und von Stricker gegebenen Erklärungen, wie dieses Kleinerwerden und Verschwinden zustande kommen, schon angeführt. Ich will für die folgende Betrachtung zunächst wieder auf die beigelegten Abbildungen (Fig. 3, 4, 5 *P*) verweisen. Der Pfropf verschwindet durch eine fortwährend, zu grösserer Tiefe in seine Masse hinein fortrückende Theilung seiner Elemente. Wir sehen, dass auch in dem Pfropfe die Elemente sich verlängern, um später sich zu theilen; dass dieser Vorgang in einer gewissen Tiefe (Fig. 3, 4 *d*) aufhört, welche der Dicke der anstossenden Decke der Rusconi'schen Höhle entspricht. Auf diese Weise werden die grossen weissen Elemente des Pfropfes in kleine braune, die denen der Decke gleichen, umgewandelt. Gegen den unteren Pol und seine unmittelbare Umgebung schreitet der Theilungsprocess wieder sehr langsam fort, so dass in der Tiefe die sämmtlichen Elemente des Pfropfes sich in kleine braune umgewandelt haben, während an dem Pol noch ein aus grossen weissen Elementen bestehendes Plättchen existirt (Fig 5 *P*). Mit der Zeit theilen sich auch diese letzteren, es kommt

aber, obwohl sehr selten, vor, dass eine gewisse Menge von den äussersten Elementen sich überhaupt nicht theilt, und als ein weisses Plättchen abgestossen wird, was schon von Remak erwähnt wurde.

Auch an der innern Grenze desjenigen Theiles der Decke, der aus den sich theilenden Elementen des Pfropfes entsteht, sehen wir die rasch sich weiter theilenden Elemente von den unverändert bleibenden tiefer (Fig. 3 *d*) liegenden sich trennen, so dass die Grenze der Rusconi'schen Höhle auf diese Weise der Bauchseite nach um den Pfropf herum immer weiter fortgeschoben wird. Und endlich, wenn die gesammten in die Theilung eingegangenen Elemente des Pfropfes in kleine braune Elemente umgewandelt sind, welche sich aber anfänglich noch von den Elementen der übrigen Decke durch ihre Grösse und Färbung ziemlich deutlich unterscheiden (vergl. auch Fig. 5), trennt sich auch dieser neugebildete Theil der Decke von der Dottermasse ab und nunmehr hat sich die Rusconi'sche Höhle völlig entwickelt.

---

## **Tafelerklärung D.** Fig. $\frac{1-7.}{V.}$

*B.* v. Bär'sche, *R.* Rusconi'sche Höhle; *P.* Dotterpfropf.

Fig. 1. Ein dem Hauptmeridiane paralleler Schnitt von einem Ei zur Zeit der halbkreisförmigen Rusconi'sch Furche. *a* Scharfe Grenze zwischen braunen und weissen Elementen. *b—c* Die Stelle, wo man die Anlagerung der weissen Elemente an die Decke deutlich sieht. *d* Die Stelle, wo die früher angelagerten Elemente schon getheilt sind. Vergr. 50/1.

Fig. 2. Ein Ei zur Zeit der Entstehung der Rusconi'schen Höhle. Hauptmeridianschnitt. Vergr 50/1. *a* Die Grenze zwischen braunen und weissen Elementen an der Rückenseite. *b* Dieselbe Grenze an der Bauchseite. Bei *c* sieht man die verdünnte Stelle der Decke. Die Rusconi'sche Höhle (*R*) erscheint als eine Reihe von Spalten.

Fig. 3. Ein Ei zur Zeit vor dem Verschwinden der v. Bär'schen Höhle. Hauptmeridianschnitt. Vergr. 50/1. *d* Die Grenze der Rusconi'schen Höhle gegen den Dotterpfropf.

Fig. 4. Ein meridionaler Schnitt des Pfropfes. Vergr. 70/1. *d d* Die Grenze der Theilung der Elemente des Pfropfes. *a* Rückenseite, *b* Bauchseite.

Fig. 5. Ein meridionaler Schnitt des Pfropfes zur Zeit, wo seine innersten Elemente schon getheilt sind und nur nach aussen einige weniger getheilte weisse Elemente bleiben. Meridianschnitt. Vergr. 70/1. *D* Ein Theil der Decke der Rusconi'schen Höhle.

Fig. 6. Schema.

Fig. 7. *a* und *b*. Die Müller's Archiv 1836. Taf. VIII entnommenen Abbildungen Fig. 21 u. 26 von Rusconi.

---

VI.

# Zur Kenntniss der Stase des Blutes in den Gefässen entzündeter Theile.

Von

**Dr. Alexander Ryneck**
aus Petersburg.

---

Mit Taf. A. Fig. 1.
VI.

Bei der Entzündung häufen sich bekanntlich an den Wandungen der Gefässe die weissen, in dem übrigen Lumen die rothen Blutkörperchen an.

Die letzteren füllen dicht gedrängt liegend das Lumen bald so vollständig aus, dass die Bewegung des Blutes in den vollgepfropften Gefässen aufhört.

Diese Stase des Blutes in entzündeten Theilen ist eine sehr merkwürdige, den Entzündungsprocess begleitende Erscheinung. Obwohl sie aber die allgemeine Aufmerksamkeit schon um Vieles früher erregte, als die erst in späterer Zeit genauer gewürdigten Thatsachen, welche sich auf den Austritt der weissen Blutkörperchen und die Vorgänge im entzündeten Gewebe selbst beziehen, so bieten sich dem Versuche einer Erklärung der Stase noch die grössten Schwierigkeiten dar.

Ich will hier einige Versuche mittheilen, welche, weit entfernt diese Frage zu lösen, doch als ein Beitrag für die theoretische Beurtheilung derselben angesehen werden können. Ich sehe mich aber noch zu einigen Vorerinnerungen veranlasst.

Die verschiedenen aufeinander gefolgten Theorien unserer Erscheinung, welche dieselbe auf unter dem Einfluss des Nervensystemes stehende hämodynamische Momente zurückzuführen suchten, mussten, nachdem vielfältige Kontroversen über dieselben geführt worden waren, schliesslich den Versuchen H. Weber's (Müller's Archiv. Jahrgang 1852 p. 361 u. d. f.) gegenüber aufgegeben werden.

Der Letztere hob in der Schwimmhaut des Frosches die Circulation vorher vollständig auf und zeigte dann, indem er, während das Blut ruhig in den Gefässen lag, ein Aetzmittel applicirte, dass in den Gefässen des geätzten Be-

zirkes unter vorausgehenden eigenthümlichen Bewegungen des Blutes eine ganz gleiche Anhäufung der Blutkörperchen zu Stande kommt, wie man sie beobachtet, wenn man an der unverselırten Schwimmhaut eine Stase hervorruft.

Von der Richtigkeit der Angaben H. Weber's kann man sich sehr leicht überzeugen.

Legt man um das Hinterbein eines Frosches gleich über dem Knie ein Band und schnürt dieses fest zu, während man die ausgebreitete Schwimmhaut desselben Beines unter dem Mikroskop betrachtet, so sieht man die Bewegung des Blutes in den Gefässen bald unregelmässig werden.

Das Blut fängt endlich an sich hin und her zu schieben, bis schliesslich die Bewegung vollständig aufhört. Man kann nun das Bein oberhalb der Ligatur vom Thiere abtrennen und dasselbe durch 24 Stunden und länger vor Verdunstung geschützt aufbewahren oder auch das ganze Thier mit dem unterbundenen Beine also aufbewahren, und kann sich überzeugen, dass während dieser Zeit das Blut in den Gefässen flüssig bleibt, indem sogleich beim Bestreichen der grösseren Gefässe an den Phalangen eine Bewegung des Blutes eintritt.

Betupft man nun während dieser Zeit die Schwimmhaut eines also unterbundenen Beines mit Ammoniak, so findet man, dass das Blut von verschiedenen Seiten her gegen die geätzte Stelle hin sich bewegt, dabei verlassen die anfänglich in Folge der Unterbindung an einem bestimmten Orte des Capillarsystemes liegen gebliebenen Blutkörperchen diesen Ort, bald aber wird die Bewegung in den Capillaren der geätzten Stelle träger, die Blutkörperchen häufen sich in denselben an und bald füllen sie jene Gefässe, dicht gedrängt liegend, vollständig aus, so dass die Gefässe das Ansehen gleichmässig rothgefärbter Schnüre erhalten. Wenn auf diese Weise wieder Ruhe in den Gefässen eingetreten ist, dann ist das Bild ein wesentlich anderes, als das nach der blossen Hemmung des Blutlaufes durch Unterbindung vorhandene Bild.

Im letzteren Falle liegen die Blutkörperchen einzeln oder nur theilweise sich berührend und von einander sowohl als auch von den Wandungen der Gefässe sind sie durch ungleichmässig grosse, mit Plasma erfüllte Zwischenräume getrennt.

Das ist, wie gesagt, nach dem Eintritte der durch die Aetzung hervorgerufenen Veränderungen in den Capillaren des geätzten Bezirkes nicht mehr der Fall.

In diesen befindet sich ein Blut, das auf ein Minimum seines flüssigen Antheiles eine so grosse Menge von Blutkörperchen enthält, dass diese allein in dichtgedrängter Anordnung das ganze Lumen auszufüllen scheinen.

Löst man in Fällen, wo das Thier mit unterbundenem Beine zu den Versuchen gedient hat, nach der Aetzung die Ligatur wieder, dann stellt sich der Kreislauf in allen Gefässen ausserhalb des geätzten Bezirkes wieder her, nur in den Gefässen des letzteren bleibt die Stase. Man hat nunmehr alle Erscheinungen so, als ob man während der ungestörten Fortdauer der Cirkulation

durch das Aetzmittel die Entzündungsstase hervorgerufen hätte. Alle die genannten Erscheinungen entwickeln sich ebenso, wenn man mit Curare[1]) vergiftete Frösche zu den Versuchen verwendet, und nachdem ich mich auch davon überzeugt hatte, benützte ich nur noch solche Thiere zu den folgenden Versuchen.

Die Thatsache, dass das in den Gefässen entzündeter Theile enthaltene Blut ein wesentlich anderes Verhältniss von Körperchen und Plasma darbietet, als das Blut, welches in nicht entzündeten Theilen enthalten ist, legt im Hinblick auf H. Weber's Versuche zunächst die folgende Frage nahe:

Welche im Blute selbst oder in den Gefässwandungen oder aber in dem umgebenden Gewebe bei der Aetzung gesetzte Bedingungen bewirken das Schwinden des Plasmas aus dem in den Gefässen des geätzten Bezirkes enthaltenen Blute?

Diese Frage soll nicht zu Vorurtheilen anregen. Wir können eben so gut zur Antwort erhalten, dass es sich bei dem Eintritt der Stase ursprünglich um eine blosse Transposition des abgängigen Plasma innerhalb der Gefässröhren handelt, als wir andererseits erfahren könnten, dass es sich gleich zu Anfang um ein Entweichen des flüssigen Blutantheiles nach Aussen und Zurückhalten der Blutkörperchen in den Gefässen handelt.

Der Angriffspunkte für die experimentelle Untersuchung des Einflusses, welchen die oben angeführten Factoren auf den Eintritt der Stase nehmen, giebt es natürlich sehr mannigfaltige.

Nach dem Plane des Vorgehens, welchem ich entsprechen wollte, war zunächst zu untersuchen, wie sich andere selbständig gestaltete Körperchen enthaltende Flüssigkeiten, insbesondere solche, deren Körperchen um Vieles kleiner sind als Froschblutkörperchen, verhalten, wenn man dieselben dem Froschblute substituirt.

Ich versuchte darum fette Kuhmilch durch natürliche Injection in das Gefässsystem des Frosches zu transfundiren.

Allein sobald die Milch von den Venen aus ins Herz eingebracht war, stand das Herz still.

---

1) Zu der bekannten Thatsache, dass bei curaresirten Fröschen einige Zeit nach eingetrener Vergiftung die Gefässmuskeln eben so wenig auf die Reizung vom Nerven aus reagiren wie die willkührlichen Muskeln, muss ich hier eine gelegentlich gemachte Beobachtung anmerken. Bei Fröschen, bei welchen sich 15—20 Minuten nach Einverleibung des Giftes durch eine Wunde der Rückenhaut die Vergiftungserscheinungen an den motorischen Nerven ausgebildet hatten, konnte ich, nachdem einige Zeit nach der Vergiftung durch electrische Reizung des blossgelegten Plexus ischiadicus in der That keine Contraction der Schwimmhautarterien erhalten werden konnte, wieder eine sehr energische Contraction der Schwimmhautarterien durch Reizung des Plexus erzielen, nachdem die Thiere durch 24 Stunden wieder sich selbst überlassen waren, während die willkührlichen Muskeln auch dann nicht die Spur einer Zuckung ergaben. Dasselbe war an vergifteten Fröschen der Fall, welche 48 Stunden im feuchten Raume gelegen hatten.

Dieser Erfolg war mir anfangs sehr auffallend, da ich wusste, wie leicht natürliche Injectionen mit gefärbten Massen beim Frosch gelingen. Ich überzeugte mich aber bald, dass die ins Laboratorium gebrachte frische Kuhmilch stets mehr oder weniger stark sauer reagirte.

Als ich die Milch mit Natron vorsichtig zu neutralisiren anfing, ehe ich die Injectionen damit versuchte, ging es auch in der That mit denselben besser, allein immer dauerte es mir zu lange bis die injicirte Milch das Blut vollständig aus den Capillaren der Schwimmhaut verdrängt hatte und auch hiebei sistirte das Herz oft seine Bewegungen, während noch beträchtliche Mengen von Blut mit der Milch in den Capillaren gemischt enthalten waren.

Mir war es wünschenswerth, das Blut rasch und vollständig durch Milch zu substituiren. Das gelingt auch, aber nicht mittelst des sehr unverlässlichen Verfahrens der natürlichen Injection, sondern durch ein anderes, sehr verlässliches Injectionsverfahren.

Man setze an das eine Ende einer 1 M. langen Glasröhre von etwa 5 Mm. Durchmesser mittelst eines Kautschukschlauches eine fein ausgezogene Glascanüle an. Das andere Ende versehe man mit einem weiten Ballon, dessen Boden abgesprengt ist. An dem Kautschukschlauche bringe man eine Klemme an und fülle das aufrecht in einen Halter gebrachte Rohr mit Vermeidung aller Luftblasen mit frischer Kuhmilch. Dann präparire man einen mit Curare vergifteten Frosch, so dass er zur Beobachtung des Kreislaufes in der Schwimmhaut sich eignet, eröffne bei diesem Thiere die Brusthöhle vorsichtig und schiebe die vorerwähnte Glascanüle durch einen Einschnitt in dem Ventrikel bis in den bulbus aortae vor und binde sie mittelst eines an denselben gelegten Fadens fest. Dann schneide man den Venensinus an und öffne nun die Klemme am Schlauch. Man sieht sehr bald in den Capillaren eine ziemlich regelmässige Milchcirculation eintreten, die man lange im Gang erhalten kann, wenn man nur durch Nachgiessen von Milch in den Ballon für ein nahebei gleichbleibendes Niveau in demselben sorgt. In der kürzesten Zeit ist aber alles Blut aus den Capillaren vollständig ausgewaschen.

Wenn man nun, während die Milch frei aus den Venen ausläuft und in ein untergestelltes Gefäss abgeleitet wird, die Klemme am Schlauch passend stellt, so kann man noch überdies die Geschwindigkeit des Stromes in den Capillaren der Schwimmhaut passend reguliren. Bringt man aber, während auf diese Weise eine künstliche Circulation der Milch in den Gefässen der Schwimmhaut hergestellt ist, ganz in der Weise wie bei derartigen Versuchen am bluthaltigen Frosch, ein kleines Tröpfchen Ammoniak auf die Schwimmhaut, so tritt sofort unter ganz ähnlichen Ercheinungen auch hier eine Stase in den Capillaren der geätzten Partie auf. Die Gefässe füllen sich mit Milchkügelchen dicht an und erscheinen endlich wie graue Schnüre, in welchen die Milchkügelchen gedrängt neben einander ruhig liegen.

Wie die Versuche bei der Substitution des Froschblutes durch Milch, so fallen auch Versuche aus, in denen man das Froschblut durch defibrinirtes

Ochsen- oder Schweineblut substituirt. Hierbei tritt die Analogie der sich entwickelnden Stase mit der bei der Aetzung der Schwimmhaut des unversehrten Thieres auftretenden Stase noch eclatanter hervor, die Blutgefässe des geätzten Bezirkes zeigen nach der Aetzung das Ansehen breiter, gleichmässig roth gefärbter Schnüre. Sowohl bei den Versuchen mit der Milch als auch bei den Versuchen mit dem defibrinirtem Säugethierblute entwickeln sich die Erscheinungen der Stase nach der Application des Ammoniak in einer Zeit, die von der Zeit, in der die Stase beim intacten Thier nach ähnlichem Eingriffe auftritt, nicht merklich sich unterscheidet.

Aus den vorerwähnten Versuchen ergiebt sich, dass die besonderen Eigenschaften des Froschblutes, namentlich die Grösse der rothen Blutkörperchen dieses Thieres bei dem Zustandekommen der nach einem Entzündungsreize sich entwickelnden Stase eine ganz untergeordnete Rolle spielen. Es führen dem Froschblute substituirte Suspensionsflüssigkeiten (Milch, Säugethierblut), wenn sie in den Gefässen des lebenden Gewebes cirkuliren, nach Application des Aetzmittels ebenfalls zu einer Stase.

Nachdem ich diese Erfahrungen über die Möglichkeit einer Stase an Fröschen nach der Blutsubstitution gemacht hatte, konnte ich daran denken, zu untersuchen, welchen Einfluss sowohl auf die künstliche Circulation selbst, als auch auf die während derselben hervorzurufende Stase eine substantielle Aenderung der Wandungen der Gefässe durch chemische Agentien nehmen würde. Das war in zweifacher Hinsicht nicht ohne Interesse. Einmal weil Golubew [1]) für einige Reagentien eine ganz bestimmte Formveränderung der Wandelemente der Capillarröhren nachgewiesen hatte und zweitens weil sich vielleicht eine Aenderung der Gefässwände hervorbringen lässt, ohne dass dabei das die Gefässe umgebende Gewebe selbst in seinen Lebenseigenschaften wesentlich alterirt würde. Man konnte an die letztere Möglichkeit denken, weil ja für einzelne Reagentien nachgewiesen wurde, dass sie gewisse Wirkungen zunächst nur auf jene Oberflächen ausüben, mit welchen sie in Berührung gelangen.

Um solche Versuche auszuführen, construirte ich mir den folgenden Apparat. Es wurden drei Injectionsröhren, wie die früher erwähnte, neben einander in Halter vertical stehend eingelegt und ihre unteren Enden mittelst dreier Kautschukschläuche mit einer Platte aus dichter Kammmasse verbunden (Fig. 1), welche zwei aufeinander senkrechte Bohrungen besitzt. An drei Enden dieser Bohrungen befinden sich kleine Ansätze für die Kautschukschläuche und entsprechend diesen drei Ansätzen sind in den Bohrungen vor ihrem Vereinigungspunkte in Mitte der Platte drei Hähne aus demselbon Materiale angebracht, wie das in Fig. 1 bei *b*, *b'*, *b''* ersichtlich ist. Dem vierten Ende der Bohrungen entsprechend befindet sich am Rand der Kautschukplatte ein Ansatz für den Kautschukschlauch, in welchem die in der früher berührten Weise in den bulbus aortae einzubindende Canüle steckt.

---

1) Max Schultze's Archiv Bd. V. p. 60.

Durch entsprechendes Oeffnen der Hähne können die in den Röhren *a*, *a'*, *a''* befindlichen Flüssigkeiten nacheinander in die Gefässe des Frosches entleert werden, bis sie aus den Venen wieder abfliessen und über das etwas abschüssig gelegte Kopfende herab in die untergestellte Schale gelangen. Das Rohr *a* war mit Kochsalzlösung gefüllt, die auf 100 Cub.-Cent. 1 Grm. ClNa enthielt. Diese benützte ich zunächst, um das Blut aus den Gefässen auszuwaschen, was bei dem beschriebenen Verfahren meist in ganz kurzer Zeit sehr vollständig gelingt.

Wenn ich die letztere Behauptung aufstelle, so habe ich wieder nur die Gefässe der Schwimmhaut im Auge. In diesen letzteren lassen sich mittelst des Mikroskopes bald keine rothen Blutkörperchen mehr nachweisen, nur einzelne weisse Blutkörperchen bleiben oft hartnäckig an der Gefässwand haften. Hat man sich, während der Salzstrom durch die Gefässe noch andauert, davon überzeugt, dass die rothen Blutkörperchen vollständig entfernt sind, dann stellen die Gefässe ein helles Geäder mit schärfer hervortretenden Wandsäumen dar. Ich schloss nun den Hahn *b* und öffnete *b'*, so dass in die ausgewaschenen Gefässe der Inhalt der Röhre *a'* sich entleeren konnte. Der letztere war für einzelne Versuche ein verschiedener. Ich versuchte es mit verschieden concentrirten Lösungen von Chromsäure, von Tannin, mit Lösungen von Kupfervitriol und von Goldchlorid (1 Grm. auf 100 Cub.-Cent. Wasser). Ich liess dieselben nur ganz kurze Zeit, bis ich bemerkte, dass sie aus den Venen wieder abflossen, durch die Gefässe laufen. Sie brachten zum Unterschiede von der ClNalösung stets ein Zittern der gesammten Stammmuskulatur hervor. Waren sie einige Zeit durch die Gefässe getreten, dann wurde der Hahn *b'* wieder geschlossen und dagegen *b* geöffnet, so dass abermals Chlornatriumlösung durch die Gefässe lief. Jetzt dauerte auch hiebei das Zittern der willkührlichen Muskeln fort. Waren die Gefässe wieder mit der ClNalösung durchgewaschen, so öffnete ich den Hahn *b''* und liess nun das im Rohre *a''* befindliche defibrinirte Säugethierblut einströmen.

Wenn das Auswaschen mit der Kochsalzlösung nur in genügendem Maasse vorgenommen worden war, erhielt ich dann wieder einen sehr regelmässigen Blutstrom in den Gefässen der Schwimmhaut. Betupfte ich aber nun die letztere mit Ammoniak, so blieb der Erfolg, von dem die Aetzung sonst begleitet ist, aus. Die Circulation dauerte fort, ja bei reichlichem Auftropfen von Ammoniak konnte man die Blutkörperchen innerhalb der Gefässe sich zu blassen Kugeln aufblähen sehen, in ähnlicher Weise wie das mit den Blutkörperchen geschieht, wenn man einen Blutstropfen direct der Wirkung von Ammoniak aussetzt. Diese aufgeblähten rothen Blutkörperchen blieben dann an der Wand des Gefässes liegen, während in dem centralen Theile noch ein Strom lief, in welchem sich unveränderte rothe Blutkörperchen rasch vorwärts bewegten. Die Erscheinungen, welche hier sichtlich die Wirkung des Ammoniaks auf die in den Gefässen enthaltenen Blutkörperchen hervorbringt, entwickeln sich langsam und sind völlig verschieden von der bei unseren früheren Versuchen

auftretenden Stase, die sich rasch nach der Aetzung im ganzen Gefässe entwickelt, ohne dass an den in den Gefässen angehäuften Blutkörperchen eine auf directe Ammoniakwirkung zurückzuführende Veränderung wahrzunehmen wäre.

In allen den angeführten Fällen kann man sich aber überzeugen, dass mit dem Aufhören der bei der Injection selbst durch einige Zeit andauernden Muskelzuckungen die Muskeln auch ihre Erregbarkeit völlig verloren haben. Das macht einen Verlust der Lebenseigenschaften auch für alle anderen Gewebe wahrscheinlich. In der That fand ich an wärmestarr gemachten Extremitäten, in welchen ich nachträglich die Circulation wieder herstellte, beim Aufbringen von Ammoniak auf die Schwimmhaut ganz ähnliche Erscheinungen wie nach der vorausgegangenen Einspritzung der früher genannten, die Muskulatur tödtenden Lösungen. Ehe die Wärmestarre hervorgebracht wird, müssen die Gefässe natürlich mit ClNa ausgewaschen werden. Während die letztere Lösung noch in denselben enthalten ist, taucht man dann die Pfote durch einige Zeit in Wasser von 45⁰ Cels. Nachdem die Starre eingetreten war, tauchte ich die Pfote wieder eine Weile in kaltes Wasser und liess dann wieder das Blut in die Gefässe einströmen. Auch hier erhält man in gelungenen Versuchen wieder eine sehr regelmässige Circulation in den Gefässen der Schwimmhaut, die aber erst gut zu sehen ist, wenn man das beim Erwärmen sich abhebende getrübte Epithel von der Schwimmhaut vorsichtig abstreift. Aufbringen von Ammoniak auf die Schwimmhaut bringt dann, wie gesagt, directe Veränderungen der Blutkörperchen in den Gefässen und die davon abhängigen Erscheinungen hervor, die jenen gleichen, welche oben nach den berührten Injectionen beim Aufbringen von Ammoniak auf die Schwimmhaut sich beobachten liessen

Mittelst der dort angeführten Agentien ist es uns also nicht gelungen, auf die innere Oberfläche der Gefässe allein zu wirken, leider war es auch nicht möglich, in dem verwaschenen Bilde, welches die leeren Gefässe der etwas getrübten Schwimmhaut nach jenen Injectionen darboten, mittelst des Mikroskopes noch über den Charakter der Veränderung etwas zu constatiren.

Am meisten war noch, wenn ich nur den das Froschblut auswaschenden Strom von ClNalösung durch die Gefässe sich bewegen liess, von dem Wandsaum der Capillaren zu sehen. Allein wenn ich während dieser Zeit die Schwimmhaut mit Ammoniak betupfte, um zu sehen, ob vielleicht an der Capillarwand in Folge der Application des Aetzmittels eine bestimmte Veränderung auftritt, so wurde das Bild wieder ein so undeutliches und verschwommenes, dass sich über die Capillarwand nichts mehr ermitteln liess. An den letzteren Versuch muss ich aber sogleich die Erwähnung einer anderen Erscheinung anknüpfen, welche ich dabei beobachtete. Es war dabei eine Infiltration der geätzten Schwimmhaut deutlich zu sehen. Man sah zwischen den Phalangen, welche die geätzte Schwimmhaut zwischen sich fassten, eine von einem Infiltrat bedingte Schwellung, welche sich diffus sowohl in den einspringenden Winkel gegen die Fusswurzel hin als auch gegen den Rand der betreffenden

Schwimmhaut verbreitete und allmählig wieder verlor, während von einer solchen Infiltration an den beiderseits zwischen diesen und den nebenliegenden Phalangen ausgespannten Theilen der Schwimmhaut nichts zu sehen war.

Auch bei den übrigen Versuchen, bei welchen ich eine Stase der in den Gefässen enthaltenen Suspensionen beobachtete, konnte ich solche Infiltrate constatiren. Nur muss ich bemerken, dass die Form dieser Infiltration keine constante war. Manchmal entwickelte sich eine umschriebene Geschwulst in Form einer blasenartigen, zitternden Hervorragung aus, die angestochen eine trübe, oft röthlich gefärbte Flüssigkeit entleerte; manchmal eine mehr oder weniger deutliche diffuse Schwellung, in der früher für den Versuch mit der Kochsalzlösung beschriebenen Weise. Dass gerade im letzteren Falle dieselbe das meiste Interesse verdient, ist selbstverständlich.

Die mitgetheilten Versuche[1]) sind in Bezug auf die Bedeutung, welche das Blut selbst für das Zustandekommen einer Stase hat, eindeutig. Anders verhält es sich mit dem Einfluss, welchen die Gefässwand und das umgebende Gewebe auf die Entwicklung der Erscheinung ausüben. Dass es sich nicht um eine durch die Veränderungen der Gefässwände bedingte Absperrung des Blutes in den Gefässen handelt, das beweist die Beschaffenheit des in den Gefässen des geätzten Theiles enthaltenen Blutes, ebenso wie die Erscheinungen bei den nach H. WEBER's Vorgange angestellten Versuchen. Auch fanden wir Gefässe, deren innere Oberfläche mit Lösungen von Chromsäure, Tannin und Metallsalzen bespült wurden, noch durchgängig für Flüssigkeiten, die in den unveränderten Gefässen bei Application eines Aetzmittels auf die Schwimmhaut zu einer Stase Veranlassung geben. Der rasche Austritt der flüssigen Bestandtheile von in den Gefässen enthaltenen Suspensionsflüssigkeiten nach der Aetzung weist auf eine rasch erfolgende Aenderung der molecularen Eigenschaften der Gewebeelemente hin.

---

1) Die Versuche, bei welchen Herrn Dr. RYNECK nur die vorerwähnten Thatsachen zu constatiren gelang, müssen alsbald wieder aufgenommen und weiter verfolgt werden.

Der Herausgeber.

Fig. 1.
I.

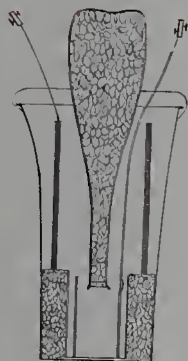


Fig. 1.
VI.

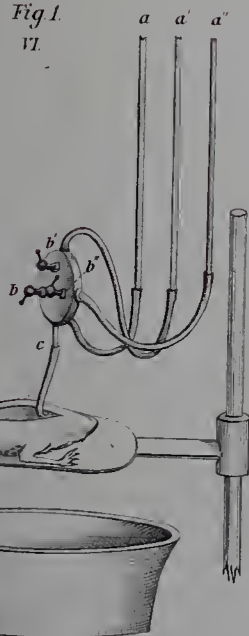
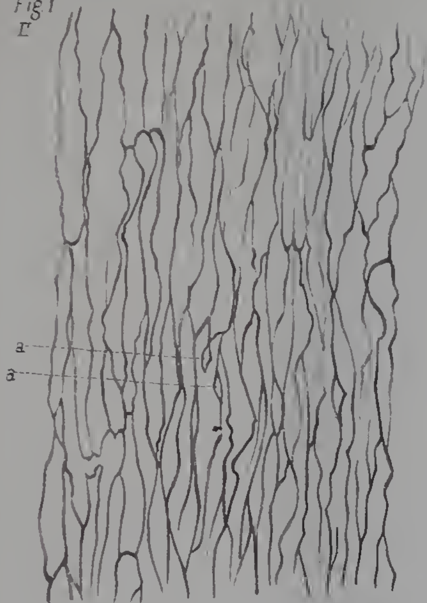
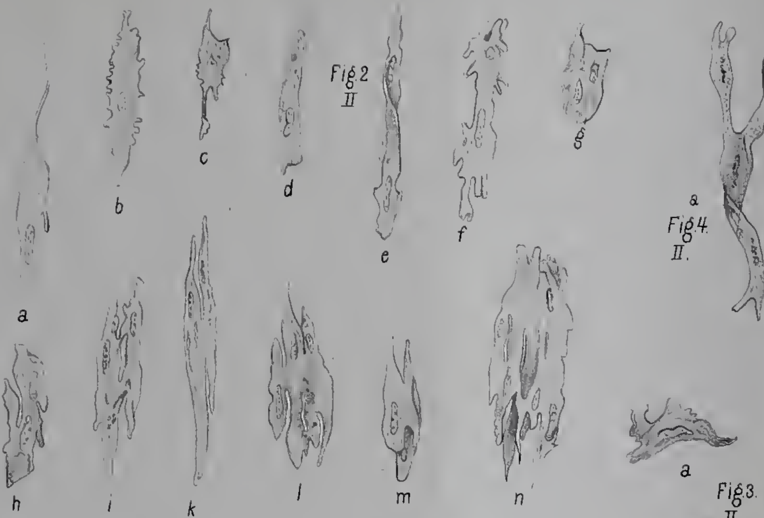
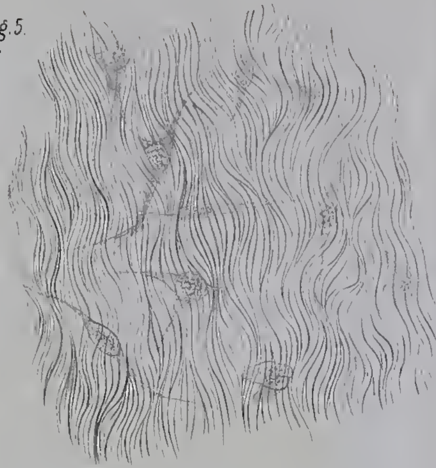


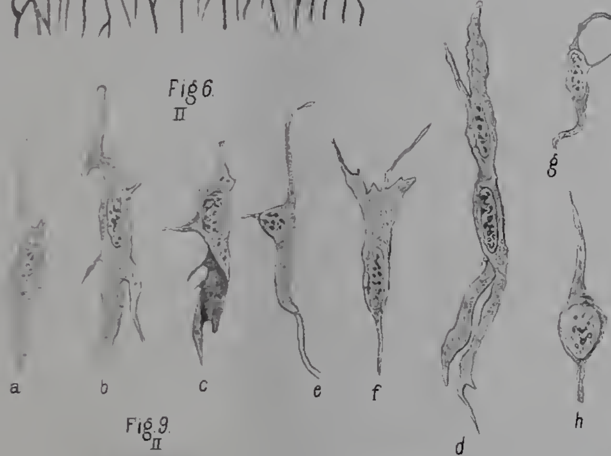

Fig. 2.
I.

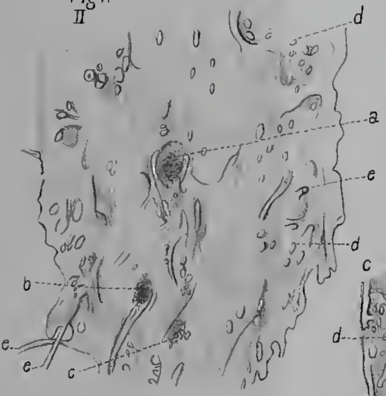
Lith. Anst. v. J. G. Bach Leipzig

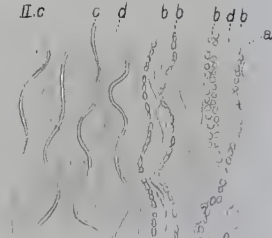


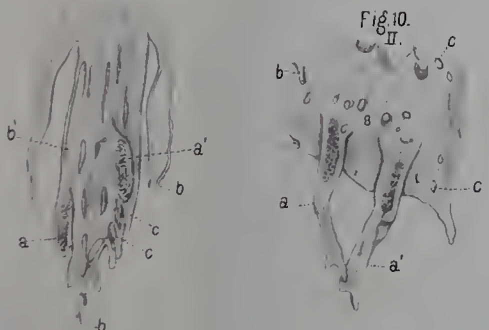



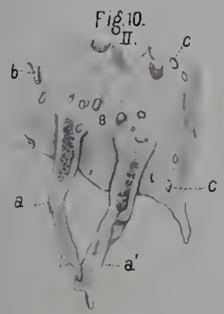



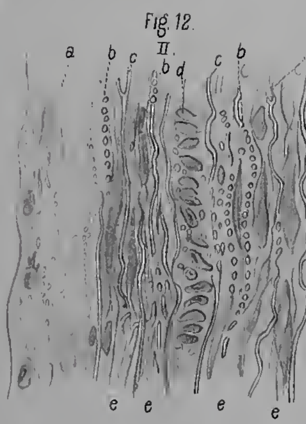



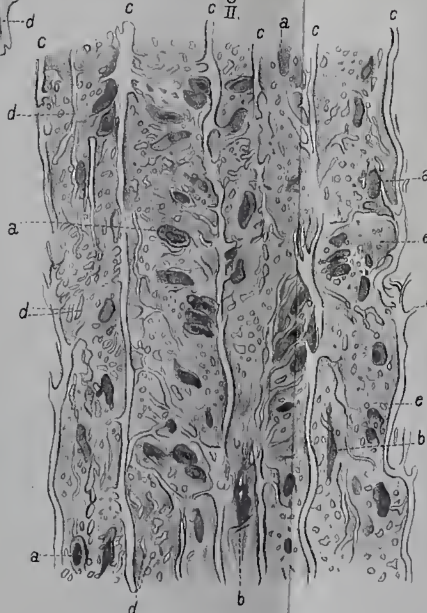



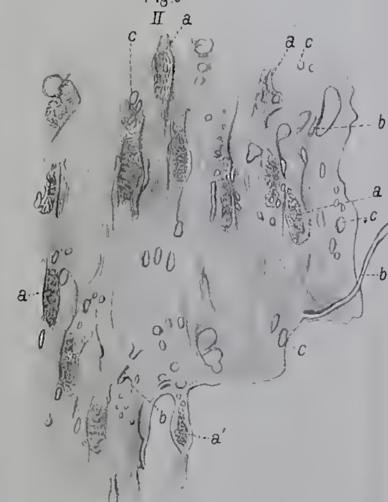




Gez. v. stud. Med. cand E. Reinendel

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 14.
II.

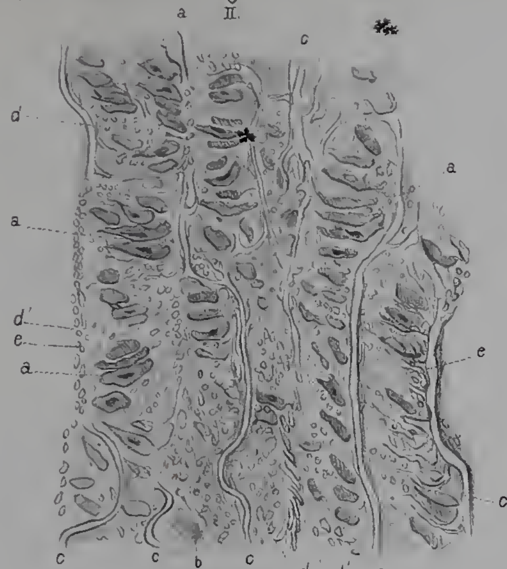



Fig. 15.
II




Fig. 1.
III.

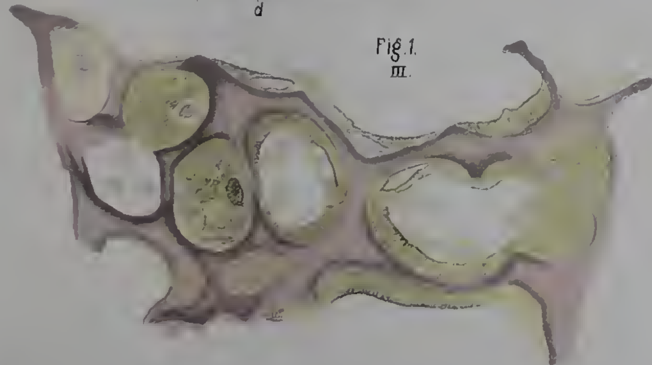


Fig. 16.
II.

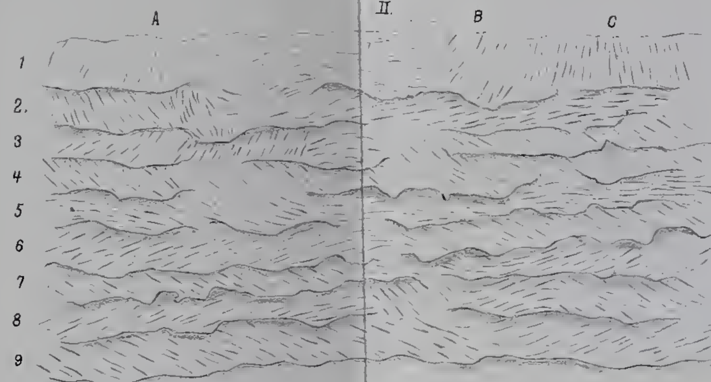



Fig. 17.
II

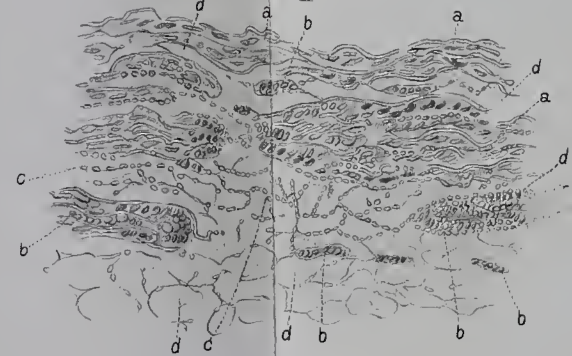
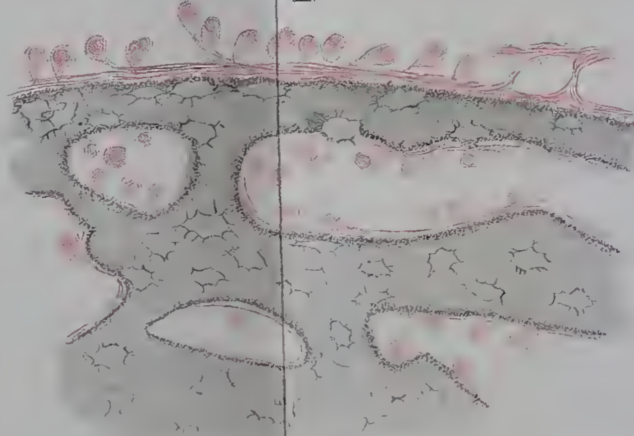



Fig. 2.
III.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig